

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
(повна назва)
Кафедра _____ Інформаційних управляючих систем _____
(повна назва)

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____
(рівень вищої освіти)

Дослідження методів розподілення робіт при проектуванні
інформаційної системи
(тема)

Виконав: студент 2 курсу, групи _____
ІУСТМ-18-1
_____ Козир Д.І.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки
(код і повна назва спеціальності)
Тип програми _____ освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма Інформаційні управляючі
системи та технології
(повна назва освітньої програми)

Керівник _____ проф. Левикін В.М.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри ІУС

(підпис)

_____ Петров К.Е.
(прізвище, ініціали)

2019 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)
Кафедра Інформаційних управляючих систем
(повна назва)
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки
(код і повна назва)
Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма Інформаційні управляючі системи та технології
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри _____
(підпис)
« ____ » _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ
НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

Студенту Козирю Дмитру Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження методів розподілення робіт при проектуванні інформаційної системи
затверджена наказом університету від 31 жовтня 2019 р.
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 17 грудня 2019р
3. Вихідні дані до роботи Науково-технічні публікації та інтернет джерела з тематики атестаційної роботи
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі Вступ; Аналіз існуючих методів розподілення робіт та постановка задачі дослідження; Обґрунтування мети розробки вдосконаленого методу та формування вимог до методу; Формування критеріїв ефективності до вдосконаленого методу розподілення робіт; Розробка вдосконаленого методу розподілення робіт; Етапи розподілення робіт вдосконаленим методом; Розробка алгоритму реалізації вдосконаленого методу розподілення робіт; Дослідження розробленого методу розподілення робіт; Аналіз вірогідності вдосконаленого методу розподілення робіт; Практичне використання вдосконаленого методу розподілення робіт; Аналіз використання вдосконаленого методу на практиці
Висновки

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз літератури та Інтернет-джерел	05.11.2019 – 07.11.2019	
2	Постановка задачі	08.11.2019	
3	Обробка матеріалу	08.11.2019 – 11.11.2019	
4	Аналіз існуючих методів розподілення робіт та постановка задачі дослідження	12.11.2019 – 16.11.2019	
5	Розробка вдосконаленого методу розподілення робіт	16.11.2019 – 21.11.2019	
6	Дослідження розробленого методу розподілення робіт	21.11.2019 – 25.11.2019	
7	Практичне використання вдосконаленого методу розподілення робіт	25.11.2019 – 27.11.2019	
8	Написання пояснювальної записки	27.11.2019 – 02.12.2019	
9	Підготовка презентації	02.12.2019 – 06.12.2019	
10	Перевірка на плагіат	09.12.2019	
11	Попередній захист	16.12.2019	
12	Захист	17.12.2019	

Дата видачі завдання 4 листопада 2019р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____ проф. Левикін В.М.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до атестаційної роботи містить: 89 сторінок, 29 рисунків, 25 таблиць, 18 джерел, 1 додаток.

РОЗРОБКА, ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ, РОЗПОДІЛ РОБІТ, БАЛАНСУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, БАЗА ДАНИХ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, МЕТОДИ РОЗПОДІЛУ РОБІТ

Метою даної роботи є дослідження методів розподілу робіт та створення вдосконаленого методу розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи, який має бути більш ефективним, ані ж існуючі методи та виконувати розподіл робіт більш оптимально.

Об'єктом дослідження в рамках магістерської атестаційної роботи є процес розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи.

Предметом дослідження являються методи розподілення, які використовуються в процесі розподілу робіт, та використовуються інформаційними системами.

Теоретичними результатами дослідження є описи та блок схеми алгоритмів вдосконаленого методу розподілення робіт.

Практичними результатами є використання вдосконаленого методу розподілення робіт на практиці за допомогою демонстраційного додатку.

Новизна дослідження полягає в дослідженні та розробці вдосконаленого методу розподілення робіт, розробці алгоритмів його реалізації, а також автоматизації.

ABSTRACT

Explanatory note to the certification work contains 89 pages, 29 images, 25 tables, 18 sources, 1 attachment.

DEVELOPMENT, INFORMATION SYSTEMS, DISTRIBUTION OF WORKS, DISTRIBUTION OF WORK, LOAD BALANCING, INFORMATION SYSTEM, DATABASE, SOFTWARE, METHODS OF WORK DISTRIBUTION

The purpose of this paper is to investigate the methods of work distribution and to create an improved method of work distribution in the design of an information system, which should be more efficient than the existing methods and perform work distribution more optimally.

The object of research in the framework of the master's appraisal work is the process of division of work in the design of the information system.

The subject of research is the distribution methods used in the process of division of work, and used by information systems.

The theoretical results of the research are descriptions and block diagrams of algorithms of the advanced method of distribution of works.

The practical results are the use of an advanced method of distributing the work in practice using a demo application.

The novelty of the research is the research and development of an improved method of distribution of works, the development of algorithms for its implementation, as well as automation.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	9
ВСТУП.....	10
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ РОЗПОДІЛЕННЯ РОБІТ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ	12
1.1 Опис актуальності дослідження методів розподілення робіт при проектуванні інформаційної системи.....	12
1.2 Аналіз існуючих методів розподілення робіт.....	14
1.2.1 Аналіз методу розподілу робіт з використанням онтологічної основи.....	15
1.2.2 Аналіз методу розподілу робіт на основі показника компетентності виконавців.....	18
1.2.3 Аналіз методу розподілу робіт на основі евристичного алгоритму.....	21
1.3 Обґрунтування мети розробки вдосконаленого методу та формування вимог до методу.....	23
1.3.1 Опис проблем, які має вирішувати вдосконалений метод розподілення робіт.....	25
1.3.2 Формування вимог до вдосконаленого методу розподілення робіт.....	26
1.4 Формування критеріїв ефективності вдосконаленого методу розподілення робіт.....	27
1.5 Постановка задачі дослідження.....	28
2 РОЗРОБКА ВДОСКОНАЛЕНОГО МЕТОДУ РОЗПОДІЛЕННЯ РОБІТ.....	30
2.1 Опис вдосконаленого методу розподілення робіт при проектуванні інформаційної системи.....	30

2.1.1 Етапи розподілення робіт вдосконаленим методом.....	31
2.1.2 Використання онтологічної основи для розробки вдосконаленого методу розподілення робіт.....	33
2.1.3 Використання показника компетентності для розробки вдосконаленого методу розподілення робіт.....	35
2.1.4 Використання евристичного алгоритму для розробки вдосконаленого методу розподілення робіт.....	39
2.2 Розробка алгоритму реалізації вдосконаленого методу розподілення робіт.....	40
3 ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОГО МЕТОДУ РОЗПОДІЛЕННЯ РОБІТ.....	47
3.1 Методика проведення досліджень вдосконаленого методу розподілення робіт.....	48
3.2 Аналіз вірогідності вдосконаленого методу розподілення робіт.....	48
3.2.1 Опис експерименту із використанням вдосконаленого методу розподілення робіт.....	49
3.3 Аналіз області використання вдосконаленого методу розподілення робіт.....	54
4 ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВДОСКОНАЛЕНОГО МЕТОДУ РОЗПОДІЛЕННЯ РОБІТ.....	58
4.1 Опис програмного забезпечення для підтримки реалізації вдосконаленого методу	58
4.1.1 Опис системного програмного забезпечення.....	59
4.1.2 Опис програмної реалізації.....	60
4.2 Опис технічного забезпечення для підтримки реалізації вдосконаленого методу	66
4.3 Аналіз використання вдосконаленого методу на практиці.....	67

ВИСНОВКИ	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	71
Додаток А «Графічний матеріал до магістерської роботи»	73

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

БД – база даних;

ІС – інформаційна система;

ІТ – інформаційні технології;

ЕОМ – електронна обчислювальна машина;

ОС – операційна система;

ПЗ – програмне забезпечення;

СУБД – Система Управління Базами Даних;

IDE – середовище розробки;

HTML – Hypertext Markup Language;

JSON – JavaScript Object Notation;

CSS – Cascade Style Sheets.

ВСТУП

Сучасні реалії проектування інформаційних систем створюють необхідність впровадження нових методологій та моделей проектування, планування та розробки інформаційних систем (ІС). У відповідь на потреби клієнтів виконувати завдання, вимоги до яких можуть змінюватись у процесі розробки, з'явилися гнучкі методології, які є більш ефективними за таких вимог клієнтів. Однак, незважаючи на це, інші моделі та методології, такі як водоспадна, інкрементальна чи ітеративна, так само знаходять застосування у інших інформаційних системах, у яких, наприклад, завчасно відомо усі вимоги і вони не будуть змінюватись у процесі розробки і т.д.

Гнучкі методології є дуже поширеними, оскільки вони більше підходять до сучасного динамічного бізнесу, а також, для невеликих проектів та команд, яких доволі багато на даний час. В рамках гнучких методологій важливу роль грає розподіл робіт та комунікація між виконавцями. Для реалізації цих завдань уже створені такі інформаційні системи, як Jira, GanttPro, RedBooth, BaseCamp, Asana, TeamWeek і схожі проекти. Всі ці програми дуже полегшують роботу з проектами, контролем дедлайнів, постановкою завдань і т.д.

На даний момент немає повноцінно цілісних інформаційних систем, що дозволяють управляти проектуванням ІС на всіх стадіях життєвого циклу, що створює великі незручності при їх експлуатації, а також брак інформації. Так як всі стадії дуже тісно пов'язані, то має сенс сказати, що найголовніша вимога до такої системи – можливість охоплювати всі стадії в проектування інформаційної системи.

Маючи дані про виконання робіт і пов'язаного з нею виконавця, можна проаналізувати успішність даного виконавця під час спринту або іншого типу ітерації, а також отримати оцінки працездатності виконавців, на основі їх

власних прогнозів про виконання даної роботи. Отримана інформація буде корисна для всіх учасників процесу проектування, так як аналіз прогнозів і результатів допомагає більш об'єктивно розподіляти наступні роботи.

Маючи отримані дані про хід проектування після його закінчення, у вигляді зв'язку каталогу вимог, наданих до інформаційної системи і списку робіт для реалізації цих вимог, можна дати оцінку складності наступних проектів інформаційних систем на основі схожості вимог і робіт, а також спланувати нові списки робіт і призначити відповідних виконавців, що може зменшити трудовитрати і витрати на інші ресурси. Накопичуючи дані про такі проекти і багаторазово використовувати їх, враховуючи, що їх використання було сприятливим при проектуванні ІС, можна їх формалізувати в знання і використовувати при прийнятті рішень.

Об'єктом дослідження в рамках магістерської атестаційної роботи є процес розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи.

Предметом дослідження являються методи розподілення, які використовуються в процесі розподілу робіт, та використовуються інформаційними системами.

Метою даної роботи є дослідження методів розподілу робіт та створення вдосконаленого методу розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи, який має бути більш ефективним, ані ж існуючі методи та виконувати розподіл робіт більш оптимально.

Магістерська атестаційна робота виконана згідно з вимогами стандарту ДСТУ 3008-2016 [1] та методичними вказівками 2019 року щодо розробки та оформлення магістерської атестаційної роботи за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки та освітньою програмою «Інформаційні управляючі системи та технології [2].

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ РОЗПОДІЛЕННЯ РОБІТ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Опис актуальності дослідження методів розподілення робіт при проектуванні інформаційної системи

У більшості сучасних компаній використання інформаційних систем є важливою частиною менеджменту підприємства. Існують компанії, де інформаційні системи для роботи з проектом не використовуються, в такому випадку компанія має потребу в додатковому персоналі, відповідальному за координацію дій виконавців всередині проекту. Для таких компаній існують певні ризики, пов'язані з людським фактором. Як приклад: текучка кадрів серед менеджерів проекту може згубно позначитися на процесах, що відбуваються в проекті, також такий підхід потенційно розширює управлінський апарат.

В разі ж використання компанією інформаційної системи для роботи з проектом виникає така проблема, що існує рутинна робота, яка може бути потенційно автоматизована. Автоматизація таких процесів, як розподіл робіт, дозволить виключити рутинну роботу, вироблену співробітниками, а значить, звільнить час і знизить вплив фактора людської помилки. У зв'язку зі складністю обробки даних, які потрібні для прийняття адекватних рішень, довгим процесом адаптації нових співробітників у виробничому процесі і вимогою до швидкості вирішення завдань, виникає потреба в автоматизації деяких процесів. Потрібно автоматизувати процеси найбільш затратні, з точки зору часу, а також процеси, де існує ймовірність виникнення помилки через людський фактор і, як наслідок, призведе до прийняття неправильного рішення [3].

Сьогодні більшість ІТ-компаній, при розробці інформаційних систем та слідування життєвому циклу ІС, використовують гнучкі методології або Agile,

як їх прийнято називати. Agile — це методологія гнучкої розробки, яка першочергово сьогодні популярна в ІТ і дозволяє клієнтам швидше отримувати якісне програмне забезпечення.

Іншими словами Agile — це сукупність підходів і моделей поведінки, орієнтованих на використання ітеративної розробки, time boxes (часових рамок), динамічне формулювання вимог і забезпечення реалізації ПЗ в результаті взаємодії всередині високо самоорганізованої робочої групи із фахівців різних профілів. Найпоширеніша на сьогоднішній день імплементація Agile принципів – методологія Scrum. Scrum — це одна з методик гнучкої розробки. У Scrum-і робиться акцент на планомірному контролі процесу розробки. Виконання усіх етапів Scrum, таких як планування спринтів, безпосереднє виконання робіт, демонстрації, рефайнменти, було б дуже неоптимальним, якщо не було б інформаційних систем, які дозволяють автоматизувати затратні процеси, обліковувати інформацію та спрощувати розробку інформаційних систем за методологією Scrum. Одним з найважливіших процесів Scrum, є «планування спринту», який має безпосереднє відношення до теми розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи.

Серед найбільш затратних процесів при плануванні спринтів за методологією Scrum, є процес розподілу робіт. Він є дуже затратним і важливим тому, що від результату цього процесу залежить майбутнє розробки: якщо розподіл буде виконаний неоптимально, команда витратить значно більше часу на виконання тих чи інших робіт, терміни виконання будуть зрушені, фінансові ресурси також будуть витрачатися ненайкращим способом. Напроти, оптимально розподілена робота має багато плюсів: ефективна витрата ресурсів на розробку інформаційної системи, усі виконавці отримують роботу, з якою вони вміють впевнено впоруватися, буде затрачено менше часу на виконання, виконавці підвищать рівень володіння своїми навичками, а також буде здобутий опит для наступного розподілу.

Задача розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи по собі є доволі складною з точки зору знаходження оптимального методу для її виконання, оскільки як і у будь-якій системі, у фірмі чи підприємстві мають місце надзвичайні обставини як технічного так і людського характеру. Строки вирішення тієї чи іншої задачі, її розподіл між виконавцями можуть змінитись за хвилину і весь розподіл робіт при розробці інформаційних систем становиться неактуальним та неоптимальним. Тому процес розподілу робіт при розробці інформаційних систем потребує багато людської уваги для управління процесом планування.

Таким чином стає зрозуміла актуальність дослідження методів оптимального розподілу роботи при проектуванні інформаційної системи, адже неправильно прийняте рішення або інший людський фактор можуть призвести до небажаних наслідків як для інформаційної системи, яка розробляється, так і для розробників, менеджерів, ресурсів і т.д.

1.2 Аналіз існуючих методів розподілення робіт

У сьогоденних реаліях можна без сумніву стверджувати, що існує багато задач оптимального розподілу, будь то ресурси, навантаження, задач балансування і так далі та методів їх вирішення зі своїми недоліками та перевагами. Але, щодо розподілення робіт при проектуванні інформаційної системи – методів існує лише декілька та всі вони далекі від оптимальних, які можна було би використовувати в повсякденній практиці. Це обґрунтовується великою кількістю факторів та змінних, які завжди впливають на результат. Майже всі ці методи виконують задачу розподілу лише з точки зору одного параметру, будь то навички виконавців, або їх компетенція, або «сухе» обґрунтування розподілу за термінами.

В рамках цього дослідження будуть розглянуті та проаналізовані наступні методи розподілу робіт: метод з використанням онтологічної основи, метод на основі показника компетентності виконувачів та метод на основі евристичному алгоритму.

1.2.1 Аналіз методу розподілу робіт з використанням онтологічної основи

У публікації «Інформаційна система управління проектами на доексплуатаційній стадії (CPMS): Онтологічний каркас» пропонується використання онтологічної основи для розподілу завдань між командами і виконавцями при роботі над проектом [4]. Онтологія — формалізоване представлення знань про певну предметну область (середовище, світ), придатне для автоматизованої обробки. Онтологію неодмінно супроводжує деяка концепція цієї області інтересів. Найчастіше ця концепція виражається за допомогою визначення базових об'єктів (індивідуумів, атрибутів, процесів) і відношень між ними. Визначення цих об'єктів і відношень між ними зазвичай називають концептуалізацією.

Використання онтологічної основи має багато плюсів, а виходячи із опису онтології можна виділити наступні переваги використання:

- поліпшення взаємодії розробників та програмних агентів;
- уніфікація обміну даними;
- формалізація процесів специфікації, підвищення надійності і забезпечення багаторазовості використання.

Онтологічну основу у цьому методі використовується для обліку навичок виконувачів робіт, а також в алгоритмі, який обчислює неочевидні залежності між навичками, таким чином, доповнюючи зв'язку між окремо

взятими навичками або групами навичок. Важливим фактором є команда, в якій знаходяться люди, які виконуватимуть розподілені роботи. Маючи інформацію про команду, онтологічна основа також використовується для формалізації робіт, які команда виконувала в минулому і виконує в сьогоденні. Таким чином, можна зробити підсумок і описати основні положення методу розподілення робіт з використанням онтологічної основи що метод з використанням онтологічної основи наполягає на наступному:

- облік навичок виконувачів, між якими розподіляються роботи;
- обчислення залежностей між роботами, навичками та виконувачами;
- облік команд, в яких знаходяться виконувачі робіт;
- облік робіт, яка команда виконувала раніше, виконує зараз і буде виконувати у майбутньому.

Базовий та самий поширений алгоритм методу розподілення робіт з використання онтологічної основи на навичках виглядає наступним образом:

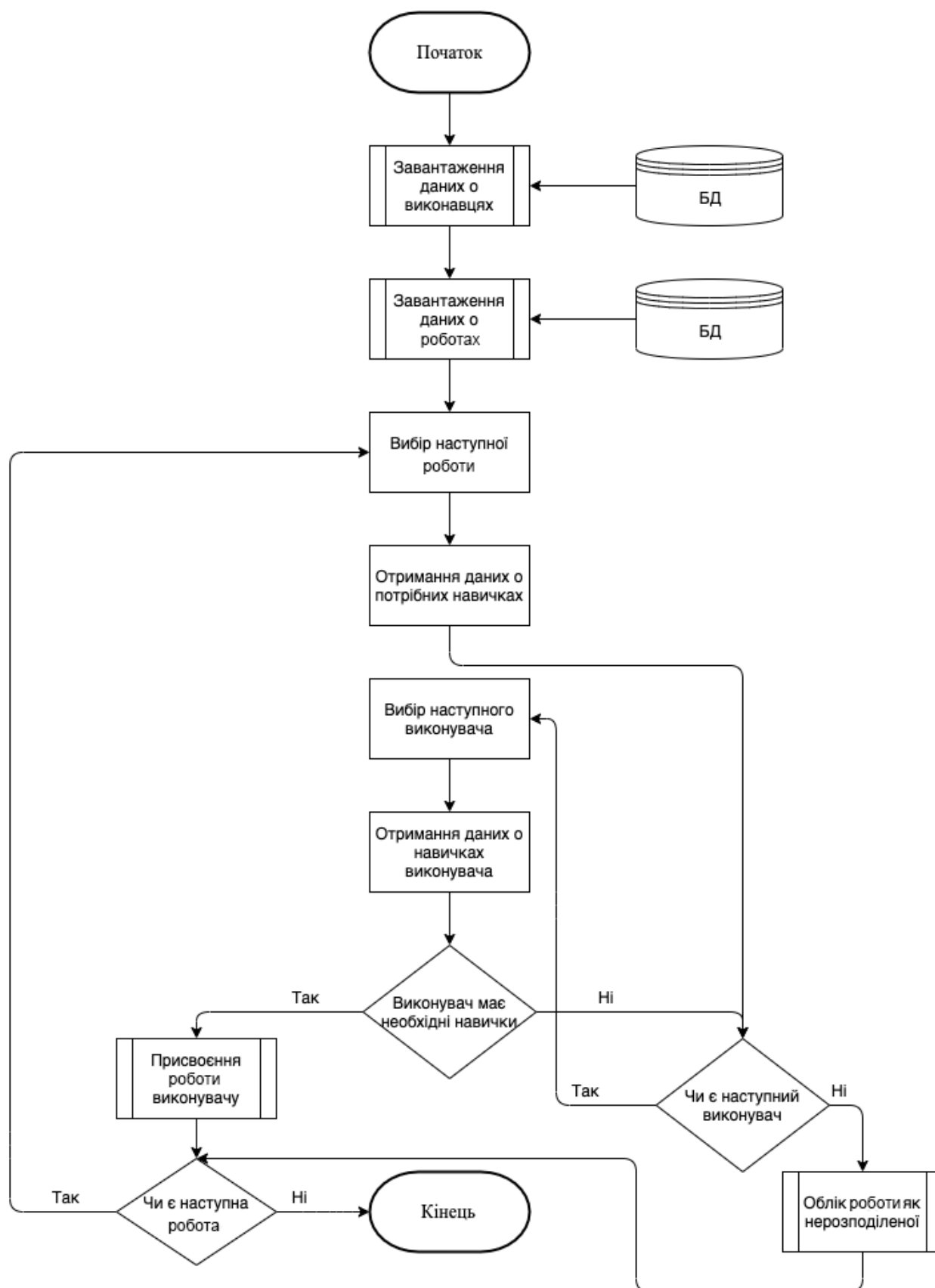


Рисунок 1.1 – Блок схема алгоритму розподілення робіт з використанням онтологічної основи.

Виходячи з опису методу та представленого алгоритму можна зробити висновки щодо цього методу розподілення робіт. Серед плюсів можна назвати чітке розподілення роботи виконувачеві, який як можна найкраще з нею впорається, адже це має збільшити продуктивність. Серед мінусів можна відзначити неоптимальний розподіл з точки зору навантаження, адже якщо є виконувач, який має необхідні навички для виконання усіх робіт, то він і отримує всі роботи для виконання, водночас залишив інших виконувачів простоювати. Також метод не припускає можливості, що робота ідеально не підійде до жодного виконувача і не враховує ще багато факторів, таких як: досвід виконувача, терміни виконання і т.д., що неприпустимо в реаліях проектування інформаційної системи.

1.2.2 Аналіз методу розподілу робіт на основі показника компетентності виконувачів

Іншим показником, згаданим в «Переосмислення управління проектами: Дослідження актуальності проектів» є так званий «показник компетентності виконувача» [5]. Компетенція – інтегральна характеристика / критерій, що описує якість поведінки людини в певній діяльності. Як правило, ця якась ідеальна модель поведінкових проявів, що дозволяють йому досягати результату, бути ефективним в цьому виді діяльності. Набір компетенцій, а також знання та досвід – є компетентністю.

З точки зору виконувачів завдань при розподілі робіт при проектуванні інформаційних системи, компетентність – це абстрактний показник того, наскільки добре той чи інший виконувач підходить до роботи, для якої треба знайти виконавця.

Для реалізації знаходження подібного показника потрібна автоматизація процесу визначення рівня компетентності виконувача. Нажаль метод не визначає, яким саме має бути цей процес, за причиною того, що для різних сфер використання він може сильно відрізнятися.

Цей метод наполягає на аналізі різноманітності робіт, які виконує виконувач, та кількості робіт, які він виконав у минулому. Для того, щоб зрозуміти, чи є виконавець достатньо компетентним для виконання роботи, метод вводить показник «мінімальний рівень компетентності». На рівні опису методу мінімальний рівень компетентності – це абстрактний показник, який має бути присвоєний до кожної роботи та який задає мінімальний рівень компетентності виконувача, який має виконувати цю роботу. Найбільш стандартний варіант цього показника – число, яке потім зрівнюється із показником компетентності виконувача.

Виходячи із результатів аналізу методу, алгоритм методу розподілення робіт на основі показника компетентності виконувачів виглядає наступним образом:

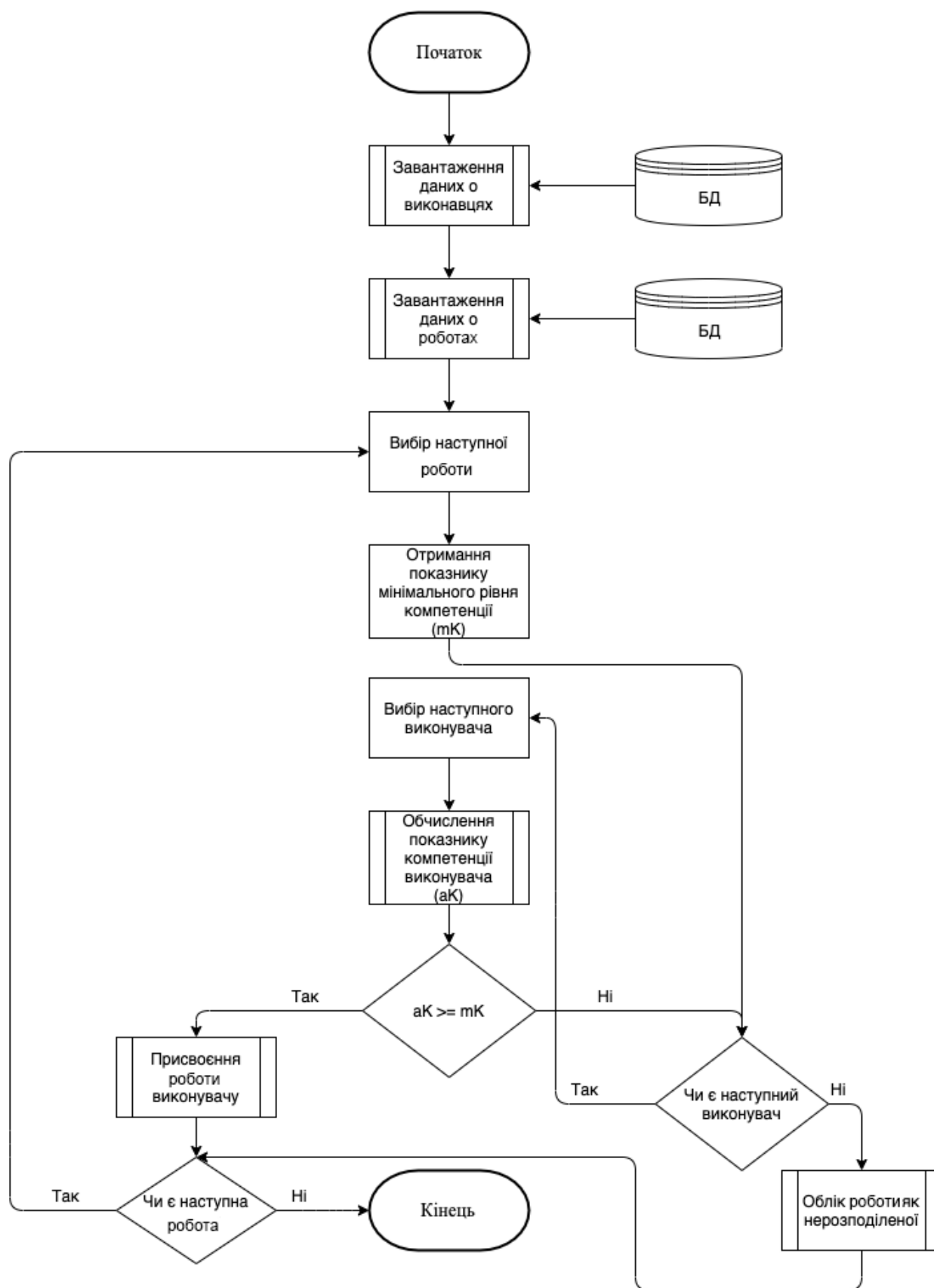


Рисунок 1.2 – Блок схема алгоритму розподілення робіт з використанням на основі показника компетентності виконавців.

Аналізуючи блок схеми алгоритму розподілення робіт з використанням на основі показника компетентності виконувачів можна стверджувати, що базова логіка є досить простою – необхідно лише порівняти два показника компетентності – мінімально необхідного (mK) та актуального у виконувача (aK). Головна перевага використання цього методу – він не може припустити того, що роботу буде виконувати некомпетентний виконавець. Це також має збільшити продуктивність та швидкість виконання робіт. Серед недоліків:

- метод є неефективним, якщо використовуються неоптимальні методи обчислення показників компетентності;
- кожна робота повинна мати вказаний мінімальний показник компетентності;
- відсутність можливості балансування навантаження між виконувачами;
- велика ймовірність залишення n -ої кількості нерозподілених робіт через недостатню компетентність виконувачів.

Незважаючи на всі недоліки, метод є дуже простим, але потужним рішенням задачі розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи, тому що при розробці ІС виконувачі робіт завжди мають багато атрибутів та персональних характеристик, за допомогою котрих можна створити оптимальне рішення щодо обчислення показнику компетентності.

1.2.3 Аналіз методу розподілу робіт на основі евристичного алгоритму

Запропонований в однойменній роботі метод розподілу робіт на основі евристичного алгоритму розглядає розподіл робіт з точки зору очікуваної тривалості виконання [6]. Евристичний алгоритм – це алгоритм рішення задачі, правильність якого для всіх можливих випадків не доведена, але про

який відомо, що він дає досить ефективне рішення в більшості випадків. Насправді може бути навіть відомо (тобто доведено) те, що евристичний алгоритм формально невірний. Його все одно можна застосовувати, якщо при цьому він дає невірний результат тільки в окремих, досить рідкісних випадках або ж дає неточний, але все ж прийнятний результат. Простіше кажучи, евристика – це не повністю математично обґрунтований (або навіть «не зовсім коректний»), але при цьому практично корисний алгоритм. Важливо розуміти, що евристика, на відміну від коректного алгоритму розв'язання задачі, володіє наступними особливостями:

- вона не гарантує знаходження кращого рішення;
- вона не гарантує знаходження рішення, навіть якщо воно явно існує (можливий «пропуск цілі»);
- вона може дати невірне рішення в деяких випадках.

Евристичний метод має місце для розглядання, бо задача розподілення робіт є задачею досить високої обчислювальної складності, як раз для таких задач він частіше за все і застосовується, тобто замість повного перебору варіантів, що займає чимало часу, а іноді технічно неможливого, застосовується значно швидший, але недостатньо обґрунтований теоретично алгоритм.

З точки зору теми цієї роботи, евристичний алгоритм має опиратися на очікувану тривалість виконання робіт. Адже, ідеальний результат – це коли всі виконавці будуть мати свої роботи і ніхто не буде «простоювати». Таким чином, не мають значення ніякі інші атрибути чи фактори, якщо ціль буде досягнена. Даний метод можливо використовувати для балансування загальної завантаженості виконавців, не розглядаючи їх навички або досвід. Це дозволило б з меншими витратами обчислювальних ресурсів розподіляти завдання між еквівалентними виконавцями. Крім того, використовуючи евристичний метод, дуже легко розрахувати середню ціну рішення цим методом, за наступною формулою:

$$Ta = \left(\frac{T}{C} + P(\overline{A}) * E\right), \quad (1)$$

де Ta – середня ціна рішення евристичним методом;

T – ціна точного рішення;

C – кількість разів, у котру евристичний алгоритм потребує менш затрат;

$P(\overline{A})$ – імовірність помилкового рішення;

E – ціна помилки.

Проаналізувавши евристичний метод розподілу робіт, можна виділити його основні переваги та недоліки. Серед переваг треба відзначити наступні:

- дуже дешевий з точки зору затрат ресурсів на обчислювання метод;
- в більшості випадків досить оптимально балансує завантаженість виконавців робіт, хоча і не робить це ідеально;
- можливість легкого обчислювання середньої ціни рішення.

Головним недоліком цього методу є відсутність математичного обґрунтування або доказу його ефективності, саме тому просте балансування завантаженості виконавців робіт при розподілі робіт інколи може бути зовсім неоптимальним, хоча у більшості випадків має влаштовувати.

1.3 Обґрунтування мети розробки вдосконаленого методу та формування вимог до вдосконаленого методу розподілення робіт

Згадані існуючі інформаційні системи націлені на підтримку Agile методологій та процесів, із цього можна зробити висновок, що при роботі з такими системами має місце процес оцінювання, планування та розподілу робіт. Таким чином, після планування, настає черга розподілення робіт, та в

більшості випадків команда витрачає дуже багато часу на досягненні консенсусу хто яку роботу буде виконувати. Після цього, менеджер повинен відкрити кожну задачу та проставити виконавця, що віднімає певний час. Крім того, немає жодних конкретних аргументів, фактів або математичних доказів, що розподілення виконано оптимально. На прикладах режимів розподілення робіт в існуючих інформаційних системах можна побачити, як саме це відбувається у ручному режимі.

Має місце той важливий факт, що на ринку немає жодної інформаційної системи, який мав би можливість не тільки розподіляти роботу між виконавцями, а також навчатися це робити з найкращою оптимальністю для будь яких користувачів. Команди завжди тратять місяці та роки на навчання та запам'ятання найкращих та найоптимальніших способів розподілення роботи замість того, щоб мати інструмент, який буде навчатися завжди, для кожної команди та виду її діяльності індивідуально, базуючись на тих або інших параметрах та аспектах.

Згадані в даній роботі методи є дуже доброю та перевіреною основою для створення вдосконаленого методу розподілення робіт. Хоча і немає достовірних прикладів їх продуктивного використання, вони можуть стати інформативною основою для розробки вдосконаленого методу розподілу робіт.

Задля створення нового та оптимального методу розподілу – був складений список потенційних проблем, які можуть впливати на роботу методу чи результат, проведений їх аналіз.

1.3.1 Опис проблем, які має вирішувати вдосконалений метод розподілення робіт

Перша проблема, яку повинен вирішувати вдосконалений метод можна сформулювати так: проблема виконання розподілу згідно навичок виконавців робіт. Ця проблема повинна бути вирішена на фундаментальному рівні в розроблюваному методі. Наприклад можна взяти Agile команду, в якій знаходиться 3 веб-розробника, та 1 розробник мобільних додатків. Роботи, які метод буде розподіляти між розробниками мають відповідати навичкам виконавців. Якщо розробник мобільних додатків візьметься виконувати роботи веб-орієнтованого програмування, а веб-розробники будуть виконувати роботу розробника мобільних додатків, ефективність такого розподілу буде прирівнюватися до нуля. Адже виконавці не матимуть ані досвіду, ані будь-яких знань щодо роботи, яку вони виконують. Витрачання ресурсів на навчання або здобування кваліфікації у новій області не буде оправданим, хоч виконавці і отримають нові знання та навички. У реаліях сьогоденної ІТ-індустрії немає сенсу витрачання ресурсів на перекваліфікацію розробників.

Друга проблема до вирішення вдосконаленим методом: проблема розподілу робіт на основі компетентності виконавця. Найскладніший пункт у вирішенні цієї проблеми – вибрати спосіб оцінювання компетентності як робіт так і їх потенційних виконавців. В ідеальному випадку робота, яка потребує великого рівня компетентності не повинна бути розподілена виконавцю із недовіком досвіду у роботі, яку він повинен зробити. Ця проблема є досить актуальною сьогодні у більшості ІТ-компаній, які розробляють інформаційні системи. Для її вирішення компанії використовують систему «рівнів» співробітників, таким чином розробник «низького рівня» навряд чи буде виконувати роботу, яка потребує певного досвіду і компетентності.

Наступною є проблема виконання розподілу на основі завантаженості виконавців. У вже згаданому евристичному методі розподілу робіт, завантаження ставиться на перше місце у процесі розподілу. Тому, жоден виконавець не має залишатися без роботи при умові, що робіт достатньо для розподілу як мінімум по одній на кожного виконавця. З точки зору розподілу ресурсів буде неоптимальним залишати виконавця без роботи, навіть у тому випадку, коли він немає якихось необхідних навичок для вирішення, або має недостатній рівень компетенції. Має логічний сенс балансувати завантаженість виконавців при будь яких обставинах.

Проблема так званого «перерозподілу» робіт є дуже важливою та зустрічається якомога частіше у повсякденному житті. Принципи Agile методології розробки інформаційних систем допускають зміни у складі команди під час виконання робіт. У будь який час виконавців робіт може стати менше, або більше. За для того, щоб продовжувати вирішувати вже описані проблеми та оптимально використовувати ресурси (часові, кадрові, фінансові), вдосконалений метод має мати здібність до ефективного перерозподілу робіт для оновленого складу виконавців [7].

1.3.2 Формування вимог до вдосконаленого методу розподілення робіт

У результаті проведених досліджень щодо проблем, які має вирішувати вдосконалений метод розподілення був сформований наступний список вимог:

- розподіл робіт повинен в першу чергу бути виконаний на основі навичок виконавців;
- метод розподілу повинен давати результат, який має бути оптимальним з точки зору компетентності виконавців;

- розподіл повинен бути оптимальним із точки зору загальної завантаженості виконавців робіт;
- метод повинен враховувати можливість «перерозподілу робіт» оптимальним шляхом;
- використання методу не повинно займати багато часу.

1.4 Формування критеріїв ефективності вдосконаленого методу розподілення робіт

Задля того, щоб мати можливість оцінити та дослідити результати дослідження, а саме вдосконаленого методу розподілення робіт, були сформовані наступні критерії ефективності, які зображені в таблиці 1.1.

Критерій «відхил навантаження» допоможе оцінити наскільки ефективно метод розподіляє роботи між виконавцями із точки зору рівноваги в навантаженні. Являє собою проценту різницю між мінімально навантаженим виконавцем, та максимально навантаженим. Одиниця обчислення – проценти. Ідеальним значенням є нуль, що означає відсутність різниці в навантаженні.

Критерій «повнота розподілення» допоможе кількісно охарактеризувати здібності метода розподіляти саме всі роботи. Являє собою процентне відношення кількості розподілених робіт із загальною кількістю робіт, ідеальне значення – 100 відсотків. Одиниця обчислення – проценти.

Критерій «точність розподілу» покаже, наскільки роботи підходять виконавцям після їх розподілення методом. Являє собою середнє арифметичне точності розподілу кожному виконавцю. Одиниця обчислення – проценти.

Таблиця 1.1 – Критерії ефективності вдосконаленого методу розподілення робіт

Критерій	Спосіб обчислення
Відхил навантаження	За формулою: $Ld = 100 * (1 - \frac{\min_w \sum_{k=0}^m O(T_k)}{\max_w \sum_{k=0}^m O(T_k)}),$ де w – виконавець роботи, m – кількість робіт, $O(T)$ – складність роботи, Ld – відхил навантаження.
Повнота розподілення	За формулою: $Fd = 100 * \frac{n}{m},$ де n – кількість розподілених робіт, m – загальна кількість робіт, Fd – повнота розподілення.
Точність розподілення	За формулою: $Ad = \frac{\sum_{j=0}^n \frac{\sum_{i=0}^m 100 * \frac{Sm_i}{St_i}}{m}}{n},$ де Sm – кількість співпадаючих із необхідними навичок, St – кількість необхідних навичок для роботи, m – загальна кількість робіт, n – загальна кількість виконувачів, Ad – точність розподілення.

1.5 Постановка задачі дослідження

Об'єктом дослідження в рамках магістерської атестаційної роботи є процес розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи.

Предметом дослідження являються методи розподілення, які використовуються в процесі розподілу робіт, та знаходяться в математичних апаратах інформаційних систем.

Метою даної роботи є дослідження методів розподілу робіт та створення вдосконаленого методу розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи, який має бути більш ефективним, ані ж існуючі методи та виконувати розподіл робіт більш оптимально.

Для досягнення мети, необхідно досліджувати наступні питання:

- проаналізувати існуючі методи розподілення робіт;
- обґрунтувати мету розробки вдосконаленого методу та сформулювати вимоги до вдосконаленого методу розподілення робіт;
- описати проблеми, які має вирішувати вдосконалений метод розподілення робіт;
- сформулювати вимоги до вдосконаленого методу розподілення робіт;
- сформулювати критерії ефективності до вдосконаленого методу розподілення робіт;
- розробити вдосконалений метод розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи;
- проаналізувати вірогідність вдосконаленого методу розподілу робіт;
- проаналізувати області використання вдосконаленого методу розподілення робіт;
- застосувати вдосконалений метод на практиці задля відображення його переваг над іншими методами.

2 РОЗРОБКА ВДОСКОНАЛЕНОГО МЕТОДУ РОЗПОДІЛЕННЯ РОБІТ

У результаті досліджень існуючих методів розподілення робіт при проектуванні інформаційної системи, які були проведені згідно з описаними організації та проведення досліджень у рамках поставленої наукової задачі, були отримані дані, алгоритми та опис існуючих методів. На їх основі був розроблений вдосконалений метод розподілення робіт при проектуванні ІС, який буде проаналізований та детально описаний в цьому розділі наукової атестаційної роботи.

2.1 Опис вдосконаленого методу розподілення робіт при проектуванні інформаційної системи

На основі огляду та аналізу сучасного стану проблеми, аналізу існуючих методів розподілення робіт, дослідженню існуючих інструментів для вирішення задачі цієї магістерської роботи, був розроблений вдосконалений метод розподілення робіт при проектуванні ІС.

Вдосконалений метод розподілення робіт оснований на всіх трьох описаних раніше методах розподілу: методі розподілу на онтологічній основі, методі розподілу на основі показника компетентності та на методі розподілу на основі евристичного алгоритму. І хоча вдосконалений метод має логічні підходи взяті із вже існуючих методів розподілення, вони мають досить багато змін та введення нових шагів.

Із точки зору процесу виконання розподілу, то метод виконує розподілення поетапно, отримуючи проміжний результат на кожному етапі.

Це дає можливість досліджувати кожен етап відповідно, та робити висновки щодо якості розподілення на тому чи іншому етапі.

Крім того, усі зміни інформаційного забезпечення, представлені в рамках вдосконаленого методу розподілення робіт, мають глибинне значення – вони дозволяють накопичувати корисну інформацію о роботах та їх виконавців, бо вдосконалений метод побудований таким чином, що його ефективність виростає із кількістю даних, які обліковуються.

2.1.1 Етапи розподілення робіт вдосконаленим методом

Вдосконалений метод розподілення робіт при проектуванні інформаційної системи складається із шести основних етапів, які взаємопов'язані із друг другом та результат одного етапу залежить від результату іншого. Кожен етап має власну логіку та робить певні шаги для досягнення цілі оптимального розподілу. Отже, вдосконалений метод розподілення робіт має наступні етапи:

1. Етап 1 – отримання даних. Саме цей етап є початковим у розподілі, тому що для коректної роботи методу потрібно мати всі необхідні дані: дані про роботи та виконавців. Із цих даних потрібно отримати інформацію про стан робіт, їх опис, а також опис виконавців, та їх навичок. Маючи ці масиви даних, стає можливим розпочати розподілення. В результаті виконання етапу – є наявність масивів даних, необхідних для опрацювання.

2. Етап 2 – розподілення робіт з використанням онтологічної основи. На даному етап відбувається співвідношення та порівняння робіт із виконавцями основи навичок як виконавців, так і навичок, необхідних для виконання роботи. Ідея такого розподілу полягає в тому, щоб роботу, яка потребує певних навичок, могли виконувати лише ті виконавці, навички яких

повністю або частково співпадають із необхідними. Саме на цьому етапі досягається ефективність розподілу із точки зору точності розподілення, описана в одноіменному критерії ефективності в Таблиці 1.1. В результаті виконання етапу – наявність списків відповідностей у форматі «Робота» – «Виконавці», що означають, що певну роботу можуть виконувати відповідні виконавці.

3. Етап 3 – розподілення робіт на основі показника компетентності. На даному етапі відбувається обчислення показників компетентності виконавців для кожної роботи та сортування списків відповідностей «Робота» – «Виконавці», отриманих на попередньому етапі, за показником компетентності виконувачів робіт у кожній задачі відповідно. Таким чином винаходиться найкраща кандидатура для виконання тієї чи іншої роботи. В результаті виконання етапу – відсортовані за показником компетентності списки відповідностей у форматі «Робота» – «Виконавці».

4. Етап 4 – розподілення робіт евристичним алгоритмом. Як вже було зазначено раніше, евристичним алгоритм може бути використаний для балансування навантаження серед виконавців. Таким чином, на даному етапі відбувається стадія розподілу. Спочатку кожен виконавець отримає по одній одиниці роботи, решта ж розподіляється за принципом: в якого виконавця менше за інших навантаження, то й і отримує роботу. Пошук виконавця із найменшим навантаженням відбувається за формулою на основі даних про вже розподілені роботи та виконавців. Також на цьому етапі має місце ліміт «максимальна складність на виконавця», що не дозволяє евристичному алгоритму розподілити всі роботи на одного виконавця. В результаті виконання – список відповідностей у форматі «Виконавець» – «Роботи».

5. Етап 5 – отримання результатів розподілення робіт. На даному етапі відбувається отримання остаточного результату розподілу після всіх попередніх етапів. Результат виконання – наявність кінцевого результату, у вигляді списку відповідностей у форматі «Виконавець» – «Роботи».

6. Етап 6 – отримання списку нерозподілених робіт. Цей етап є необов'язковим, але присутній. Іноді є випадки, коли та чи інша робота не може бути розподілена з будь-якої причини, тож, якщо така є, вона попадає в спеціальний список. Як результат виконання цього етапу – наявність списку робіт, які не були розподілені між виконавцями.

2.1.2 Використання онтологічної основи для розробки вдосконаленого методу розподілення робіт

Онтологічна основа в вдосконаленому методі використана в рамках інформаційної системи із ціллю розподілу робіт за навичками їх виконавців. Саме ця основа дозволяє отримати початкову картину розподілу, дослідити які навички потрібні для виконання робіт та якими навичками володіють виконавця, та побачити, які з них мають найліпші умови для виконання тієї чи іншої роботи. Задля її імплементації в вдосконаленому методі, пропонується введення та облік псевдо-формалізованих навичок. Таким чином, кожний виконавець та кожна робота мають мати чіткі списки навичок. Це дозволяє досить чітко розподіляти роботи, та з найбільшою точністю підбирати виконавця по ту чи іншу роботу [8].

Псевдо-формалізація у даному контексті наполягає на нечіткому визначенні та обліку навичок. Це означає, що немає потреби підтримувати чіткий список навичок, які потім можна зв'язувати з певним виконавцем чи роботою. Саме тому, у цієї роботи запропонована система тегів для визначення навичок. Тег – ідентифікатор для категоризації, опису, пошуку даних і завдання внутрішньої структури. Тег у контексті задачі розподілу робіт при проектуванні ІС та інформаційних систем управління проектами в цілому –

довільна назва навички. Запропонована імплементація онтологічної основи передбачає, що теги можуть бути створені у будь-який час будь-ким, наприклад при створенні робіт. Таким чином, запропонована система тегів допоможе привласнювати певні теги навичок роботам та виконавцям, що дасть алгоритму, у свою чергу, використати ці відношення для коректного розподілення робіт. Принцип розподілення робіт з використання онтології – порівняння тегів, необхідних для виконання роботи та тегів, якими володіє певний виконавець. Якщо теги частково або повністю співпадають – робота підходить виконавцеві.

Задля імплементації запропонованої моделі онтологічної основи в рамках інформаційної системи, має місце модифікація інформаційного забезпечення ІС, а саме бази даних, у якій пропонується зберігати описані теги. На рисунках 2.1 та 2.2 приведені приклади фрагментів логічних моделей баз даних на реляційній та нереляційній основі відповідно [9].

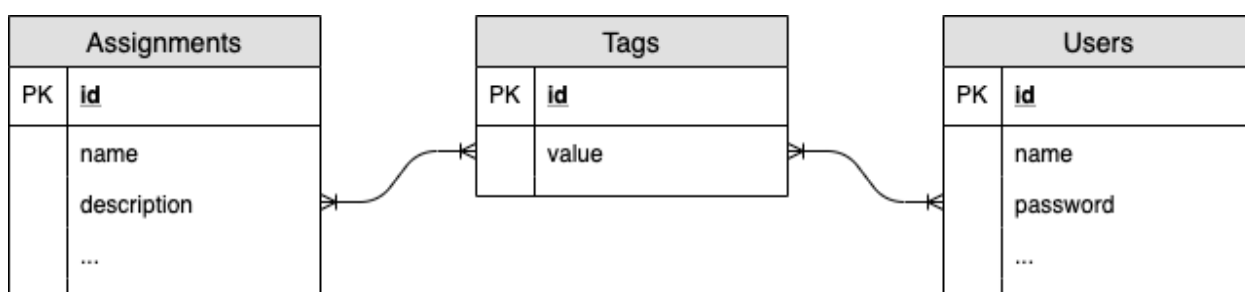


Рисунок 2.1 – Приклад фрагменту логічної моделі бази даних для обліку тегів на реляційній основі.

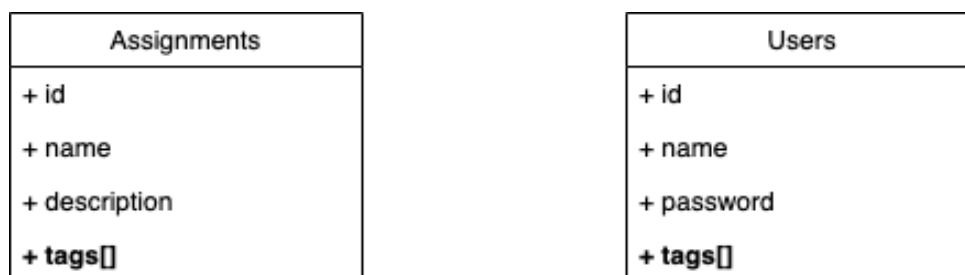


Рисунок 2.2 – Приклад фрагменту логічної моделі бази даних для обліку тегів на нереляційній основі.

На рисунку 2.1 зображений фрагмент бази даних на реляційній основі. А саме 3 основних відношення – роботи, теги та користувачі. Як можна побачити, обидва відношення «Users» та «Assignments» пов'язані із відношенням «Tags» зв'язком багато до багатьох (M:N). Саме цей зв'язок дозволяє проводити облік тегів як для робіт, так і для користувачів [10].

На рисунку 2.2 зображений фрагмент бази даних на нереляційній основі. На ньому зображено дві основних колекції даних: «Assignments» та «Users». На відміну від реляційного варіанту, у нереляційній моделі немає зв'язків, а теги зберігаються прямо у колекціях у вигляді масивів (поле «tags[]») [11].

Таким чином можна зробити висновок, що онтологічна основа вдосконаленого методу розподілу робіт може бути реалізована у будь якій моделі найпопулярніших в наші часи баз даних.

2.1.3 Використання показника компетентності для розробки вдосконаленого методу розподілення робіт

Вдосконалений метод розподілу робіт в своїй основі також використовує описану ідею розподілу робіт за показником компетентності наступним шагом після розподілу на онтологічній основі. Такий підхід дає можливість уточнювати найбільш компетентного виконувача тієї чи іншої роботи.

На основі реальної практики можна зробити висновок, що найчастіше виконавці робіт, які працюють за методологією Scrum, формуються в групи із дуже схожими наборами навичок. Саме тому, після розподілу за онтологічною основою на кожну роботу приходиться декілька потенційних кандидатів на її виконання. Для більшої логічності та оптимальності розподілу має сенс

сформувати «підгрупи» виконавців для кожної роботи, а потім відсортувати їх за рівнем компетентності виконавців, адже таким чином відбувається процес «уточнення» відповідності найкращого виконавця до роботи. В результаті використання цього підходу можна отримати множини виконувачів відповідно до кожної роботи, відсортовані у порядку компетентності по зменшенню.

Основними компонентами для використання розподілу за компетентністю є алгоритм обчислення показника компетентності, а також джерела даних для роботи алгоритму. В рамках вдосконаленого методу розподілу робіт при проектуванні ІС пропонується імплементація із модифікаціями як математичного забезпечення ІС, яка буде використовувати цей метод, так і інформаційного забезпечення.

З точки зору інформаційного забезпечення, пропонується внести зміни в логічну модель бази даних, вже запропоновану в описи використання онтологічної основи та зображену на рисунках 2.1 та 2.2 [12]. Фрагмент баз даних у вигляді логічної моделі зі змінами відображений на рисунку 2.3.

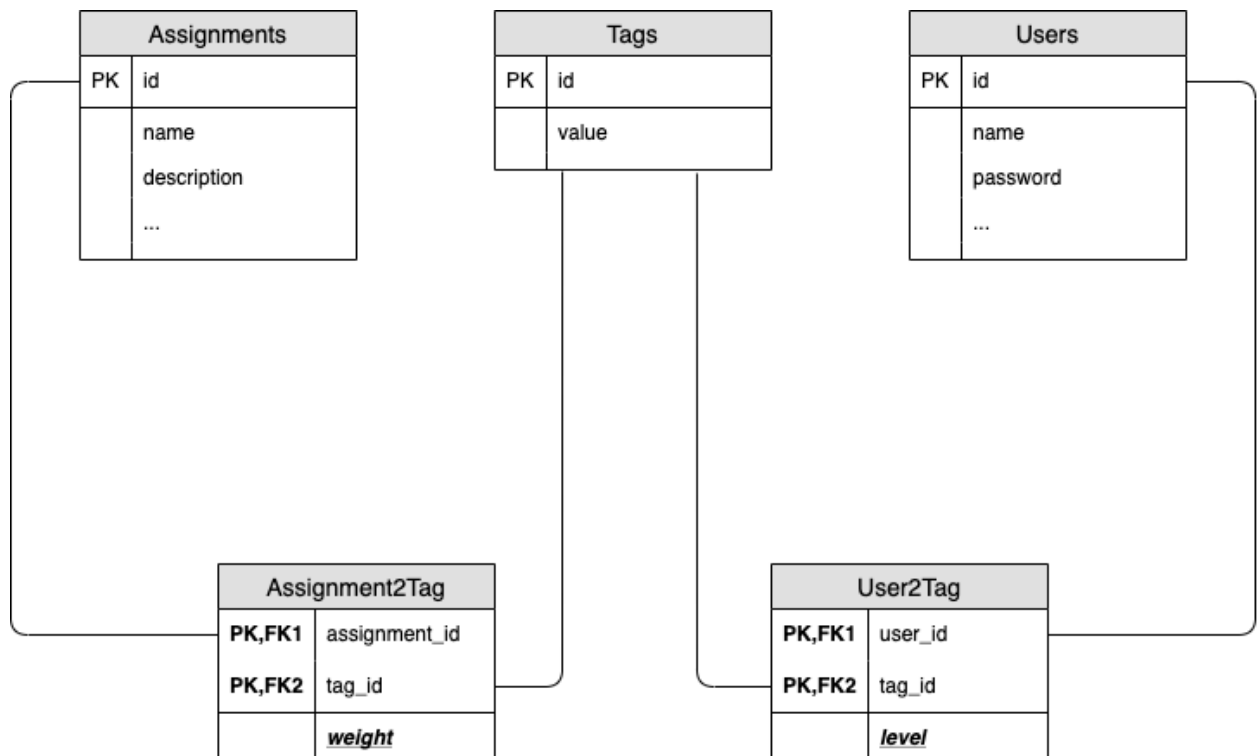


Рисунок 2.3 – Приклад фрагменту логічної моделі бази даних на реляційній основі.

На рисунку можна спостерігати, що в логічну модель в порівнянні з моделлю, представленою на рисунку 2.1 додалося 2 атрибути в відношення «Assignment2Tag» та «User2Tag», які виділені:

– «weight» – коефіцієнт ваги певного тега в рамках роботи, яка розглядається. Атрибут має місце для того, щоб у процентному відношенні оцінювати, якими навичками треба володіти краще або гірше для вирішення конкретної роботи. Діапазон значень представлений нижче:

$$0 \leq w \leq 1, \text{ так, що } \sum_{i=0}^n w_i = 1, \quad (2)$$

де w – коефіцієнт ваги тега,

n – кількість тегів;

– «level» – показник рівня володіння навичкою. Чим більше цей рівень, тим більш компетентним вважається виконавець в рамках тієї чи іншої роботи. Рівень повинен підвищуватися відповідно при завершенні виконання робіт, діапазон значень:

$$0 \leq l < \infty, \quad (3)$$

де l – показник рівня володіння навичкою.

Логічна модель не зазнала очевидних змін, структура зберігання даних остається такою ж, як на рисунку 2.2, але нові атрибути «weight» та «level» для тегів зберігаються в масивах об'єктів тегів.

З точки зору присвоєння тегам кожної роботи ваги – цей процес поки що не є автоматизованим, адже потенційно реальне проведення досліджень задля автоматизації і цього процесу.

В вдосконаленому методі обчислення показнику компетентності виконавця в рамках роботи відбувається за наступною формулою:

$$K_e = \sum_{i=0}^n l_i * w_i, \quad (4)$$

де l – показник рівня володіння навичкою,

w – коефіцієнт ваги тега,

n – кількість навичок виконавця,

K_e – показник компетентності виконавця e щодо роботи.

Таким чином, виходячи із описів нововведень до математичного та інформаційного забезпечень, метод має можливість обчислювати показник компетентності виконавця в рамках роботи, що розглядається, задля підвищення ефективності та адекватності розподілу робіт.

2.1.4 Використання евристичного алгоритму для розробки вдосконаленого методу розподілення робіт

Евристична основа в рамках вдосконаленого методу розподілення робіт має місце у фінальному етапі розподілу робіт та являє собою балансувальника навантаження між виконавцями робіт. Адже евристичний алгоритм – такий алгоритм, який у більшості випадків дає досить оптимальне вирішення задачі, а саме, в рамках проблеми цієї магістерської роботи, розподіляє роботи із рівновагою з точки зору навантаження їх виконавців.

У вдосконаленому методі розподілення робіт пропонується використовувати поняття «складності виконання роботи», яке використовується в рамках Agile та Scrum, більш відоме як «Story Points». В рамках вдосконаленого методу також пропонується вибирати максимальне число «Story Points», яке виконавець може виконувати за один «Sprint» і це є логічним, бо кожна робота, яку розподіляє метод, має свою кількість «Story Points».

Ідея евристичного підходу є досить простою та являє собою оптимізацію розподілу із точки кількості «Story Points» на кожного виконавця. Після розподілу з використанням онтологічної основи та за показником компетентності у більшості випадків роботи розподілені неоптимально, саме тому евристичний підхід наполягає на розподілі робіт по одній на кожного виконавця, а роботи, які залишилися, розподіляються тим виконавцям, які відповідають навичкам, необхідним для виконання роботи, та які мають найменше число «Story Points».

Необхідного виконавця можна обчислити за наступною формулою:

$$W_{min} = \min_w \sum_k^n O(T_k), \quad (5)$$

де W_{min} – виконавець із найменшою кількістю «Story points» робіт, які йому треба виконати,

w – виконавець,

$O(T)$ – показник складності виконання роботи,

n – кількість робіт, яку виконавець повинен виконати.

Таким чином, після проведення фінального розподілу за допомогою евристичного алгоритму, картина розподілу стає чіткою, логічною та оптимальною.

2.2 Розробка алгоритму реалізації вдосконаленого методу розподілення робіт

Алгоритм вдосконаленого методу розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи включає в себе шість етапів, на основі опису яких був створений алгоритм вдосконаленого методу розподілення робіт із можливістю подальшої автоматизації, він представлений на рисунку 2.4.

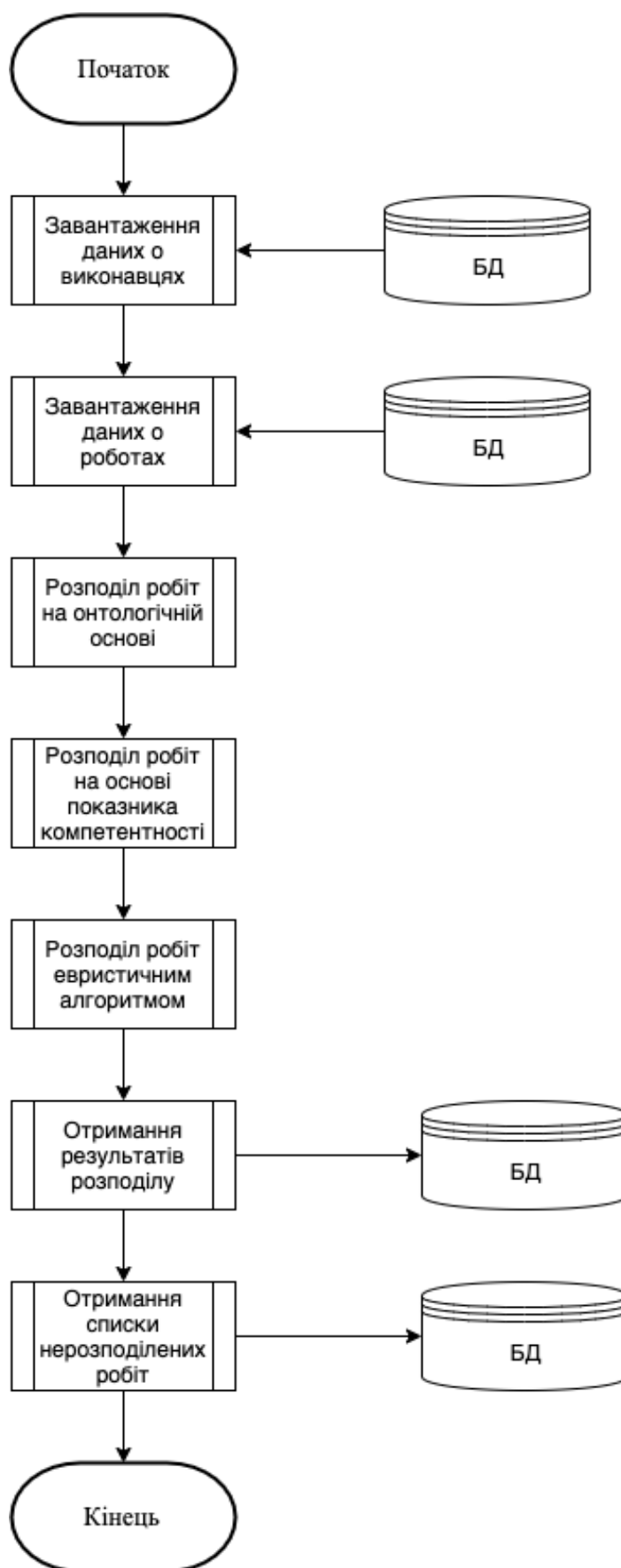


Рисунок 2.4 – Базовий алгоритм вдосконаленого методу розподілу робіт.

Базовий алгоритм включає в себе всі шість етапів вдосконаленого методу розподілення робіт, хоча етап отримання даних для проведення розподілу розділено на два окремих шаги для зображення підходів до реалізації методу.

Деталізація частин базового алгоритму представлена на рисунках 2.5, 2.6 та 2.7 відповідно.

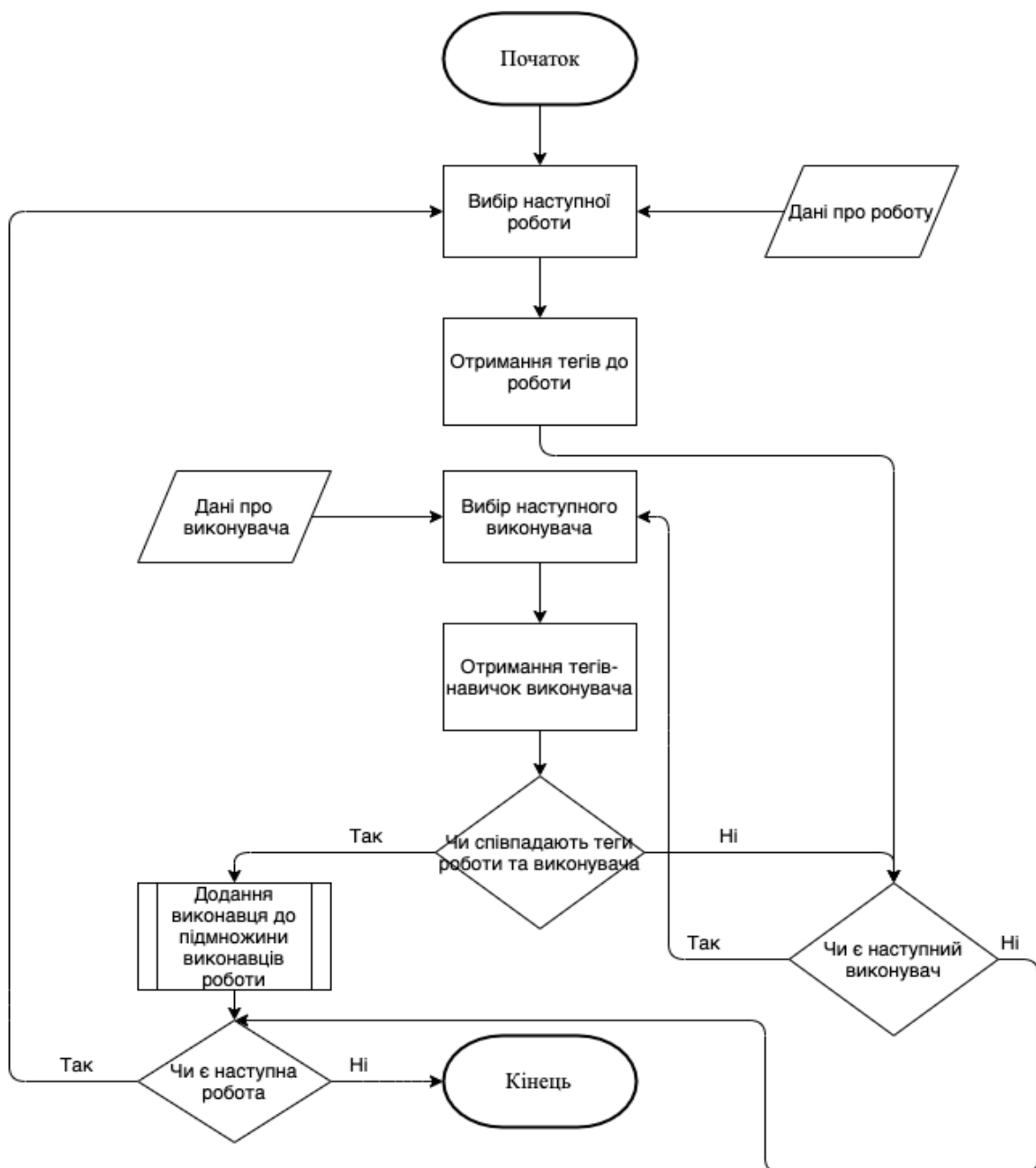


Рисунок 2.5 – Деталізація алгоритму розподілу робіт на онтологічний основі вдосконаленого методу розподілу робіт.

Алгоритм розподілу робіт на онтологічній основі являє собою базовий цикл із перевіркою на співпадання тегів, необхідних для виконання роботи із тегами-навичками кожного виконавця, формуючи при цьому список відповідностей у форматі «Робота» - «Виконавці».

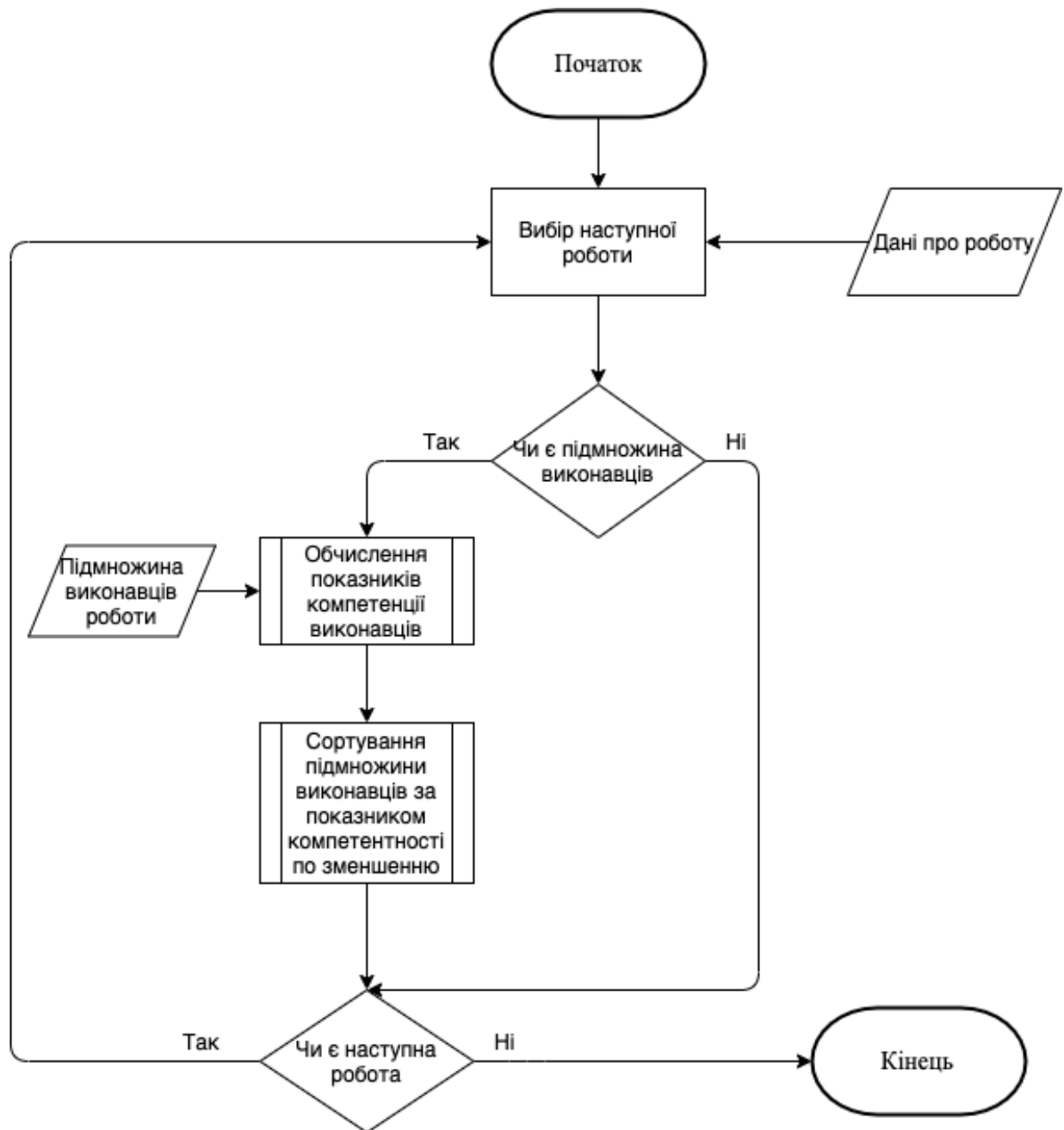


Рисунок 2.6 – Деталізація алгоритму розподілу робіт на основі показника компетентності виконавців вдосконаленого методу розподілу робіт.

Вхідними даними до розподілення робіт на основі показника компетентності є список відповідностей у форматі «Робота» - «Виконавці». Алгоритм являє собою цикл із сортуванням на основі обчислених показників компетентності кожного виконавця до кожної роботи. В результаті список відповідностей у форматі «Робота» - «Виконавці» стає відсортованим, та відображає, який виконавець найбільш підходить до певної роботи.

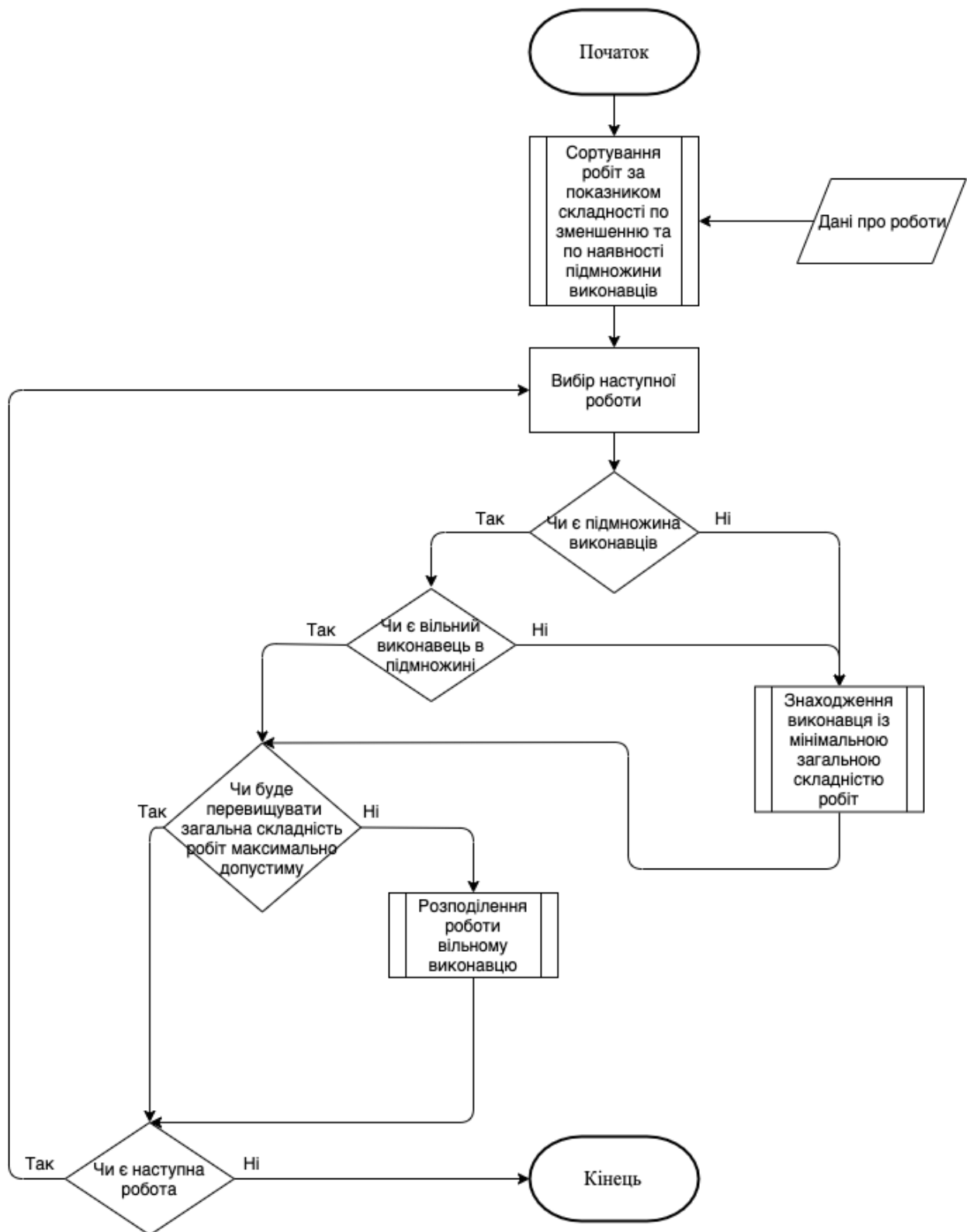


Рисунок 2.7 – Деталізація евристичного алгоритму вдосконаленого методу розподілу робіт.

Евристичний алгоритм у контексті даної задачі являє собою сортування робіт за складністю, для того, щоб спершу розподілити найскладнішу роботу, циклічний огляд робіт та перевірки чи можна розподілити ту чи іншу роботу певному виконавцеві. Евристика плавного навантаження у більшості випадків дає прийнятний результат.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОГО МЕТОДУ РОЗПОДІЛЕННЯ РОБІТ

У результаті досліджень існуючих методів розподілення робіт при проектуванні інформаційної системи, які були проведені згідно з описаними шляхів засобів організації та проведення досліджень у рамках поставленої наукової задачі, були отримані дані, математичні алгоритми та опис існуючих методів. На їх основі був розроблений вдосконалений метод розподілення робіт при проектуванні ІС, результати якого будуть проаналізовані у цьому розділі.

3.1 Методика проведення досліджень вдосконаленого методу розподілення робіт

Задля того, щоб коректно обґрунтувати актуальність та практичну вигоду від вдосконаленого методу розподілення робіт – отримані результати необхідно дослідити та проаналізувати. Вибір методик для проведення дослідження результатів цієї наукової роботи небагато – це емпіричний науковий метод.

Емпіричні дослідження – спостереження і дослідження конкретних явищ, експеримент, а також узагальнення, класифікація і опис результатів дослідження експерименту, впровадження їх у практичну діяльність людини. Емпіричні дослідження використовуються для відповіді на емпіричні питання, які повинні бути точно визначені відповідно до даних.

Серед емпіричних видів досліджень результатів були вибрані наступні: експеримент та замір. Експеримент в науковому методі – набір дій і

спостережень, які виконуються для перевірки вірогідності наукового дослідження причинних зв'язків між феноменами. Одна з головних вимог до експерименту – його відтворюваність. Вимір – це визначення кількісних значень, властивостей об'єкта з використанням спеціальних технічних пристроїв і одиниць вимірювання, у нашому випадку – вимір ефективності методу за критеріями ефективності, описаними в таблиці 1.1.

Базуючись на цих емпіричних методах дослідження результатів, можна оцінити вірогідність отриманих рішень в рамках наукової роботи, а також проаналізувати їх ефективність за допомогою критерії ефективності.

3.2 Аналіз вірогідності вдосконаленого методу розподілення робіт

Вдосконалений метод розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи був виведений на основі проведених наукових досліджень, які були проведені згідно із такими способами: дослідження існуючих інформаційних систем, математичних та інформаційних підходів вирішення задачі розподілення робіт, а також проходження практики на реальному підприємстві.

На підставі описів результатів всіх способів досліджень та виведеного вдосконаленого методу розподілу робіт, були проведені експерименти на основі реальних даних. Маючи початкові дані, алгоритми та формули, які відповідають кожному етапу розподілу, був проведений експеримент із поетапними розрахунками та описом кожного етапу розподілення цієї чи іншої роботи, а також закономірно отриманий результат, ефективність якого має бути доведена за допомогою визначених критерії ефективності.

3.2.1 Опис експерименту із використанням вдосконаленого методу розподілення робіт

Задля проведення експерименту з розподіленням робіт серед виконавців були вибрані дані, які є реалістичним представленням реальних положень, які зустрічаються у сучасних ІТ-компаніях. В даному експерименті роботи представлені конкретними одиницями – задачами.

Перший етап розподілу робіт – отримання даних, в даному випадку дані представлені у вигляді таблиць 3.1 та 3.2 відповідно.

Таблиця 3.1 – Початкові дані експерименту щодо робіт.

Задача	Теги	Ваги тегів	Складність (Story Points)
Задача 1	java, mysql	0.9, 0.1	8
Задача 2	mysql, .NET	0.6, 0.4	5
Задача 3	js, css	0.5, 0.5	5
Задача 4	java, mysql	0.1, 0.9	3
Задача 5	angular	1	5

Таблиця 3.2 – Початкові дані експерименту щодо виконавців.

Виконавець	Теги	Рівень тега
Виконавець 1	java, mysql	256, 40
Виконавець 2	mysql, .NET	90, 20
Виконавець 3	js, css	60, 90
Виконавець 4	java, mysql	100, 400

Другим етапом розподілення робіт за вдосконаленим методом є розподілення із використанням онтологічної основи. За допомогою порівняння тегів виконавців із тегами робіт, був отриманий результат виконання цього етапу, представлений у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати виконання другого етапу вдосконаленого методу розподілення робіт.

Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4	Задача 5
Виконавець 1	Виконавець 2	Виконавець 3	Виконавець 1	
Виконавець 4			Виконавець 4	

Третім етапом розподілення за вдосконаленим методом є розподілення на основі показника компетентності виконавці. Розрахунки показників компетентності виконавців щодо робіт зображені в таблиці 3.4, результат виконання етапу – в таблиці 3.5 відповідно.

Таблиця 3.4 – Обчислення показників компетентності виконавців щодо робіт.

Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4	Задача 5
$K_1 = 234.4$	$K_2 = 62$	$K_3 = 75$	$K_1 = 61.6$	
$K_4 = 130$			$K_4 = 370$	

Таблиця 3.5 – Результати виконання третього етапу вдосконаленого методу розподілення робіт.

Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4	Задача 5
Виконавець 1	Виконавець 2	Виконавець 3	Виконавець 4	
Виконавець 4			Виконавець 1	

Наступним етапом є розподілення робіт евристичним алгоритмом для балансування навантаження між виконавцями. Результати першої ітерації розподілу евристичним алгоритмом представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати першої ітерації розподілення робіт евристичним алгоритмом.

Виконавець	Роботи	Сумарна складність (Story Points)
Виконавець 1	Задача 1	8
Виконавець 2	Задача 2	5
Виконавець 3	Задача 3	5
Виконавець 4	Задача 4	3

Друга ітерація етапу розподілення із використанням евристичного алгоритму, в якому розподіляється остання задача, а також фінальний результат розподілення представлений в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Фінальний результат розподілення робіт вдосконаленим методом.

Виконавець	Роботи	Сумарна складність (Story Points)
Виконавець 1	Задача 1	8
Виконавець 2	Задача 2	5
Виконавець 3	Задача 3	5
Виконавець 4	Задача 4, Задача 5	8

Для порівняння та доказу ефективності, розподіл був також проведений вже існуючим евристичним методом, маючи ті ж самі початкові дані, результат представлений в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Результати розподілу робіт існуючим евристичним методом.

Виконавець	Задача
Виконавець 1	Задача 2, Задача 4
Виконавець 2	Задача 1
Виконавець 3	Задача 5
Виконавець 4	Задача 3

Задля оцінки результатів розподілу, які були отримані на основі приведених початкових даних, необхідно обчислити виведені критерії ефективності розподілу та проаналізувати їх значення. Результати обчислення критеріїв ефективності приведені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Результати обчислення критеріїв ефективності вдосконаленого методу розподілення робіт.

Критерій	Обчислення
Відхил навантаження	За формулою: $Ld = 100 * \left(1 - \frac{\min_w \sum_{k=0}^m O(T_k)}{\max_w \sum_{k=0}^m O(T_k)} \right) = 37.5\%$
Повнота розподілення	За формулою: $Fd = 100 * \frac{n}{m} = 100\%$
Точність розподілення	За формулою: $Ad = \frac{\sum_{j=0}^n \frac{\sum_{i=0}^m 100 * \frac{Sm_i}{St_i}}{m}}{n} j = 87.5\%$

За результатами обчислення критеріїв ефективності для вдосконаленого методу розподілення можна зробити наступні висновки:

- відхил навантаження при розподілі становить 37.5%, що є досить невеликим показником, а значить, що метод доволі ефективно оптимізує навантаження між виконавцями;
- повнота розподілення при вибраних початкових даних становить 100%, хоча іноді вона може бути меншою, проте це може бути пов'язане із проблемами планування також;
- точність розподілення становить досить високі 87.5%, що говорить про те, що чотири із п'яти завдань були розподілені у відповідності із навичками виконавців.

Результати обчислення критеріїв ефективності розподілу існуючим евристичним методом представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати обчислення критеріїв ефективності існуючого евристичного методу.

Критерій	Обчислення
Відхил навантаження	За формулою: $Ld = 100 * \left(1 - \frac{\min_w \sum_{k=0}^m O(T_k)}{\max_w \sum_{k=0}^m O(T_k)} \right) = 37.5\%$
Повнота розподілення	За формулою: $Fd = 100 * \frac{n}{m} = 100\%$
Точність розподілення	За формулою: $Ad = \frac{\sum_{j=0}^n \frac{\sum_{i=0}^m 100 * \frac{Sm_i}{St_i}}{m}}{n} j = 31.25\%$

Порівнюючи критерії ефективності вже існуючого евристичного методу із вдосконаленим методом розподілення робіт, можна побачити, що евристичний метод впорався із своєю задачею балансування навантаження, але точність розподілення у 31.25% робить його ледь ефективним, на відміну

від вдосконаленого методу, який має високий показник. Однак, результат евристичного методу є дуже нестабільним – він залежить від порядку робіт, які розподіляє метод, що дає можливість отримати ефективний розподіл у деяких випадках, так і неефективний, на відміну від стабільного показника вдосконаленого методу.

Порівняння вдосконаленого методу із методами на онтологічній основі та методом на основі компетентності виконувачів будуть мати схожі результати – один із критеріїв ефективності має бути досить високим (ефективний розподіл по навичкам або по показнику компетентності), але на основі показників інших критеріїв ефективності, можна бути стверджувати про неоптимальність розподілу.

Таким чином, обчисливши та проаналізувавши критерії ефективності, впливає висновок, що ефективність вдосконаленого методу є вище середньої та вище вже існуючих, а отримані результати можна вважати вірогідними.

3.3 Аналіз області використання вдосконаленого методу розподілення робіт

На підставі отриманого результату цієї дослідницької магістерської роботи, а саме на підставі опису розробленого вдосконаленого методу розподілення робіт, доведення його вірогідності емпіричним шляхом можна стверджувати, що метод може бути використаним або інтегрованим для рішення потреб людства. Серед очікуваних областей використання методу: інформаційні системи управління проектами, системи планування, CRM-системи, а завдяки абстрактному підходу використання даних та математичних моделей для обчислення – будь які інші системи, в яких має

місце розподілення будь чого на основі онтологій, компетентностей та навантаження.

Інформаційні системи управління проектами – цільова область використання нового запропонованого методу, адже їх використання дозволяє автоматизувати метод, зробити його виконання швидким та оптимальним, а також зберігати гігантські масиви даних, якими має оперувати метод. Саме тому, такі гіганти ринку, як Jira та GanttPRO мають всі необхідні вимоги до інтеграції методи у свої інформаційні, математичні та програмні забезпечення.

Названі інформаційні системи мають модульну архітектуру, що дозволяє користувачам цих інформаційних систем досить легко підключати нові модулі, які являють собою окремі набіри файлів, скомпоновані у спеціальні формати, які модифікують програмне, інформаційне та математичне забезпечення ІС та надають новий функціонал. Поширення модулів для користувачі таких інформаційних систем частіше за все організовано за допомогою так званих «маркетів модулів». Маркет модулів – це онлайн магазин модулів для інформаційної системи управління проектами, в якому користувачі ІС мають можливість придбання тих чи інших модулів для вдосконалення ІС. Приклад магазину модулів для Jira зображений на рисунках 3.1 та 3.2. На них можна побачити спеціальний інтерфейс користувача, а також окремі модулі, які користувачі інформаційної системи Jira можуть встановити задля розширення функціональності ІС.

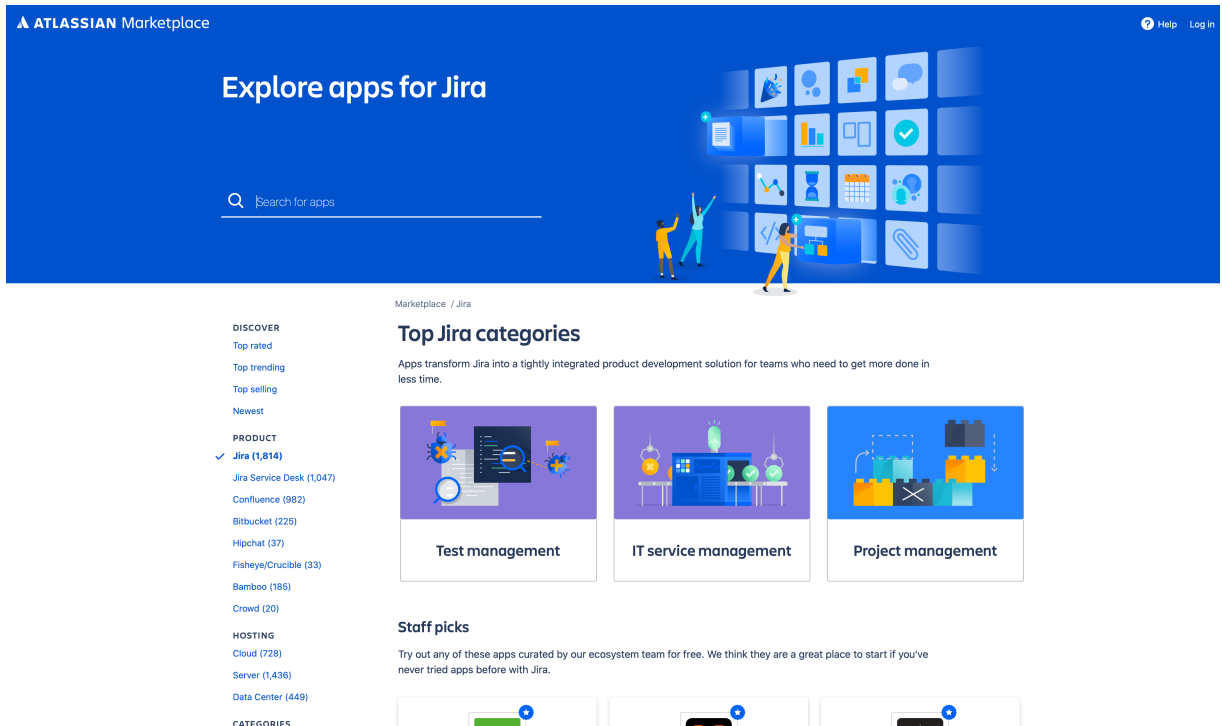
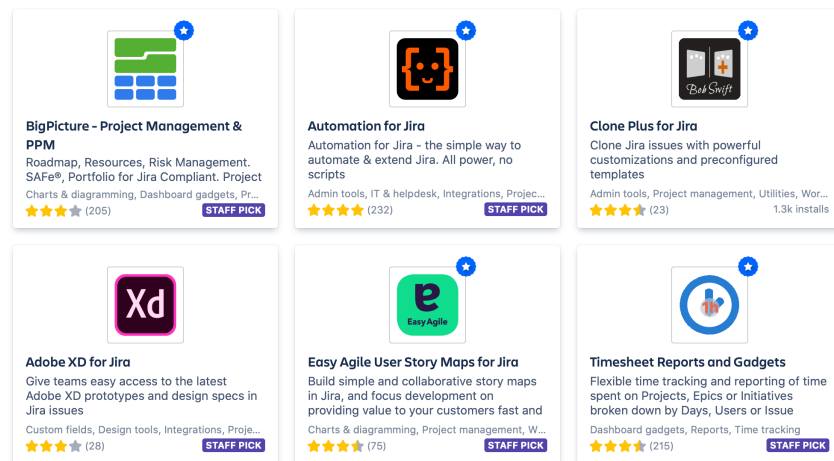


Рисунок 3.1 – Магазин модулів для Jira.

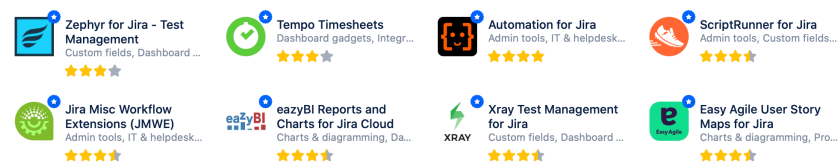
Staff picks

Try out any of these apps curated by our ecosystem team for free. We think they are a great place to start if you've never tried apps before with Jira.



Top-selling Jira Cloud apps

Your team likes to move fast. From continuous integration to DevOps planning, our apps helps maintain velocity on demand.



[View more](#)

Рисунок 3.2 – Магазин модулів для Jira.

Таким чином можна стверджувати, що вдосконалений метод розподілення робіт при проектуванні ІС та його складові також можуть бути оформленими у вигляді модуля, який буде підключатися до вже існуючої ІС та надавати можливість розподілення робіт. Інші інформаційні системи управління проектами мають схожий спосіб до організації модульної структури та постачання модулів.

Розгляд та дослідження інших областей використання вдосконаленого методу є перспективним, а потенційно отримані результати можуть значно покращити ті чи інші процеси у будь яких сферах.

4 ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВДОСКОНАЛЕНОГО МЕТОДУ РОЗПОДІЛЕННЯ РОБІТ

Використання вдосконаленого методу розподілення робіт при проектуванні інформаційної системи на практиці є не менш важливою частиною, бо саме практичне використання має приносити переваги. Для демонстрації роботи вдосконаленого методу, було розроблене програмне забезпечення, яке являє собою часткову автоматизацію запропонованого методу розподілу робіт, хоча і не є повноцінною інформаційною системою.

4.1 Опис програмного забезпечення для підтримки вдосконаленого методу розподілення робіт

Програмне забезпечення дозволяє користувачам взаємодіяти із апаратними засобами. Даний вид забезпечення складає основу функціонування системи. Оскільки є пов'язуючою ланкою між усіма апаратними чи технічними засобами та безпосередньо користувачем (людиною). ПЗ створює інтерфейс взаємодії, що дозволяє ефективно використовувати усі інші види забезпечення разом із технічними засобами. Від якості інтерфейсу прямопропорційно залежить ефективність роботи, оскільки будь-яке програмне забезпечення потребує відповідних навичок у поводженні. Тому чим простіше та інтуїтивно зрозуміліше воно є, тим менше часу піде на навчання персоналу роботи із ним і тим ефективніше він зможе його використовувати.

Задля підтримки практичного використання вдосконаленого методу розподілення робіт було розроблене програмне забезпечення, яке дозволяє

виконувати розподіл робіт вдосконалим методом в автоматизованому режимі.

4.1.1. Опис системного програмного забезпечення

Для реалізації демонстраційної програми вдосконаленого методу розподілення робіт обрана мова `node.js`, та IDE Microsoft Visual Studio Code. Вибір пояснюється тим що `node.js` – мова програмування що підтримується компанією Joyent, Inc., це означає що програмні продукти написані на цій мові майже не мають проблем при запуску на будь яких ОС, адже `node.js` – кросплатформенна мова [13].

Серед інших причин можна виділити наявність менеджера пакетів `npm`, що спрощує роботу із будь-якими компонентами, тому що менеджер пакетів дає доступ до будь-яких бібліотек та модулів для `node.js`. Більшість додатків на `node.js` – веб-додатки, саме тому створення інтерфейсу користувача є дуже легким та приємним, бо для цього використовуються HTML та CSS, а для підтримки веб-серверу та серверу статичних ресурсів `npm` надає дуже великі та функціональні бібліотеки готові до вживання при програмуванні [14].

Із точки зору збереження та опрацювання даних – для додатку вибраний файловий підхід у форматі JSON, адже програмне забезпечення не потребує необхідностей мати повноцінну СУБД, а формат JSON є легко читаємим та пристосованим до `node.js` [15]. Дані можливо зберігати у об'єктах, що подібно до NoSQL СУБД.

Стосовно платформи, що відноситься до системного програмного забезпечення, то обрано платформу ОС Windows, оскільки вона є найбільш розповсюдженою ОС для десктопів. Дана система має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, до того ж більшість офісних працівників мають навички роботи

саме з цією платформою. Тому у цілях економії витрат на перенавчання працівників для роботи з новими платформами по типу UNIX або MAC OS, обрано платформу Windows.

При виборі версії ОС обрано Windows 10. Оскільки на протязі останніх п'яти років офіси та підприємства обирали Windows 7 та працювали виключно з цією ОС, а зараз її витісняє більш сучасна та швидка версія ОС - Windows 10. Окрім того це економить майбутні витрати на зміну ОС, оскільки система Windows 10 на даний час забезпечує усі потреби офісів та підприємств і найближчі декілька років не потребуватиме заміни на більш сучасну. Хоча запропонованою системою є Windows 10, та для роботи із ПО може бути використана будь-яка ОС, наприклад Mac OS або Linux[16]. Такі мобільні ОС, як iOS та Android також можуть бути використані для роботи із ПО, адже всі вони мають засоби для роботи із веб-інтерфейсами.

4.1.2 Опис програмної реалізації

Розроблене програмне забезпечення являє собою демонстраційний додаток для розподілу робіт із використанням вдосконаленого методу розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи.

Робота з програмою починається із головного меню програми. На верхньої панелі додатки можна спостерігати пункти меню із названими функціями. Маючи цей інтерфейс, користувачеві пропонується вибрати функцію, яку потрібно виконати. Після вибору потрібної функції користувач попадає у веб-інтерфейс, що відведений саме для вибраної функції.

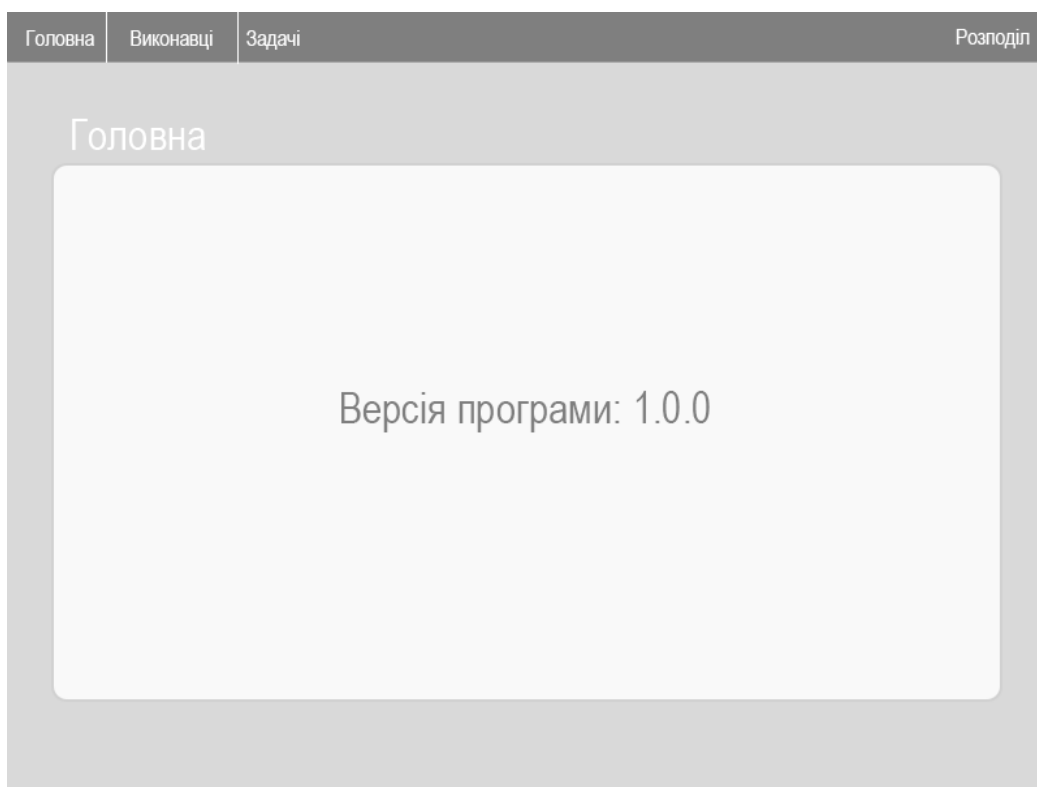


Рисунок 4.1 – Веб-інтерфейс головної сторінки програми.

У веб-інтерфейсі управління виконавцями, користувач може бачити список виконавців, а також додавати їх чи видаляти, встановлювати їм теги та рівень володіння за допомогою відповідних форм.

Головна	Виконавці	Задачі	Розподіл
Виконавці		Додати	
Ім'я	Теги		
Виконавець 1	java - 256 ; mysql - 40	Видалити	
Виконавець 2	mysql - 90 ; .NET - 20	Видалити	
Виконавець 3	js - 60 ; css - 90	Видалити	
Виконавець 4	java - 100 ; mysql - 400	Видалити	

Рисунок 4.2 – Веб-інтерфейс управління виконавцями.

У веб-інтерфейсі управління роботами, користувач бачить список робіт, має можливості управління (додавання, видалення) за допомогою відповідних кнопок, а також встановлювати їм теги, ваги тегів та складність за допомогою певних форм.

Головна	Виконавці	Задачі	Розподіл
Задачі		Додати	
Ім'я	Теги	Складність	
Задача 1	java - 0.9 ; mysql - 0.1	8	Видалити
Задача 2	mysql - 0.6 ; .NET - 0.4	5	Видалити
Задача 3	js - 0.5 ; css - 0.5	5	Видалити
Задача 4	java - 0.1 ; mysql - 0.9	3	Видалити
Задача 5	angular - 1	5	Видалити

Рисунок 4.3 – Веб-інтерфейс управління роботами.

У веб-інтерфейсі «Розподіл» присутній розділ функції на шаги. Користувачеві пропонується спершу вибрати роботи, які необхідно розподілити, із списку існуючих, за допомогою проставлення відміток, а другим шагом – провести вибір виконавців для виконання вибраних робіт тим же способом. Останнім шагом є встановлення максимальної кількості Story Points, яку може зробити виконавець. Після вибору та його підтвердження за допомогою кнопки «Далі» виконається розподіл та користувач побачить вихідні дані: таблицю із результатами розподілу, список нерозподілених робіт та оцінку результату у вигляді обчислених критеріїв ефективності.

Головна	Виконавці	Задачі	Розподіл
Розподіл: вибір задач			Далі
Ім'я	Теги	Складність	
Задача 1	java - 0.9 ; mysql - 0.1	8	Вибрати
Задача 2	mysql - 0.6 ; .NET - 0.4	5	Вибрати
Задача 3	js - 0.5 ; css - 0.5	5	Вибрати
Задача 4	java - 0.1 ; mysql - 0.9	3	Вибрати
Задача 5	angular - 1	5	Вибрати

Рисунок 4.4 – Веб-інтерфейс розподілу: вибір робіт.

Головна	Виконавці	Задачі	Розподіл
Розподіл: вибір виконавців			Далі
Ім'я	Теги		
Виконавець 1	java - 256 ; mysql - 40		Вибрати
Виконавець 2	mysql - 90 ; .NET - 20		Вибрати
Виконавець 3	js - 60 ; css - 90		Вибрати
Виконавець 4	java - 100 ; mysql - 400		Вибрати

Рисунок 4.5 – Веб-інтерфейс розподілу: вибір виконавців.

Головна	Виконавці	Задачі	Розподіл
Розподіл: налаштування складності			Далі
Максимальна складність на одного виконавця: 8 Story Points			

Рисунок 4.6 – Веб-інтерфейс розподілу: налаштування складності.

Головна	Виконавці	Задачі	Розподіл
Розподіл: результати			
Виконавець		Задачі	
Виконавець 1		Задача 1	
Виконавець 2		Задача 2	
Виконавець 3		Задача 3	
Виконавець 4		Задача 4 ; Задача 5	
Нерозподілені задачі			
Ефективність розподілу Ld = 37.5% Fd = 100% Ad = 87.5%			

Рисунок 4.7 – Веб-інтерфейс розподілу: результати.

4.2 Опис технічного забезпечення для підтримки реалізації вдосконаленого методу

Для підтримки роботи програмної реалізації вдосконаленого методу розподілення робіт був розроблений базовий підхід для використання необхідного технічного забезпечення. Він включає себе в опис необхідних технічних засобів для функціонування програмного забезпечення, деякі їх специфікації, а також обґрунтування їх використання.

Вихідними даними до проектування технічного забезпечення є необхідність мати сервер, на якому має працювати програмна реалізація, файловий сервер, який використовує програма для збереження даних, та необхідність наявності клієнтського обладнання для взаємодії із програмою, а також забезпечення передачі інформації. Одним з важливих умов, що повинно виконуватись технічним забезпеченням – доступ до веб-інтерфейсу додатку через HTTP/HTTPS протоколи, а також зберігання будь-якої інформації, пов'язаної із функціонуванням програми [17].

При формуванні комплексу технічних засобів були обрані сервери додатку, файловий сервер для забезпечення повноцінної функціональності додатку.

Функціонування полягає в тому, що користувачі, використовуючи персональний комп'ютер, можуть через сервера отримати доступ до збережених даних в рамках функціонування програми.

Технічне забезпечення задачі включає персональний клієнтський комп'ютер та джерело безперебійного живлення.

Кількість персональних комп'ютерів залежить від кількості користувачів.

Обслуговування техніки здійснює або відповідна людина – найманий персонал інших фірм, або співробітник організації – адміністратор, що має знання в обслуговуванні автоматизованої системи.

Для того щоб користувачі могли використовувати веб-сервер для передачі даних, необхідна наявність каналу зв'язку – локальної комп'ютерної мережі. Комп'ютерна мережа може складатися з комутаторів або ж маршрутизаторів мережі і мати доступ до інтернет, в даному випадку Ethernet 100Base-T [18]. Кожен персональний комп'ютер повинен мати підключення до мережі організації, і тоді буде забезпечено передачу даних. В даному випадку мережа забезпечується комутатором на 6 портів, що містить в собі так само кілька резервних на випадок перспективи розширення.

Основними характеристиками є використання кабелів з урахуванням кручений пари для передачі даних, швидкість передачі 100Мб / с і з мінімальними тимчасовими витратами.

Організація доступу до серверів за рамками локальної мережі також можлива завдяки доступу до мережі Інтернет, тому користуватися додатком зможе будь хто.

4.3 Аналіз практичного використання вдосконаленого методу розподілення робіт

Практичне використання отриманих наукових результатів – один із найважливіших пунктів науковою роботи. Задля практичного використання методу було розроблене демонстраційне програмне забезпечення, яке являє собою автоматизовану реалізацію алгоритмів вдосконаленого методу розподілення робіт. Розроблене ПЗ виконує кожен із шести етапів

вдосконаленого методу, окрім отримання даних, яке в демонстраційних цілях проводиться у ручному режимі.

Практичне використання вдосконаленого методу дає можливість упевнитися в коректності результатів, які дає метод, а також підтвердити результати проведеного дослідження вдосконаленого методу. Для наглядного відображення вірогідності результатів, розподіл робіт за допомогою програмного забезпечення був проведений із таким же набором даних, як в експерименті із розподіленням робіт.

Аналізуючи запропоноване демонстраційне програмне забезпечення, можна виділити наступні переваги даної реалізації:

- програма є легкою та не потребує великої кількості ресурсів;
- головна функція, а саме розподіл робіт за вдосконалим методом є повністю автоматизованою;
- інтерфейс програмного забезпечення дозволяє зробити базові дії для виконання повноцінного розподілу;
- можливість оцінити результати виконання за критеріями ефективності;
- вірогідність результатів може бути підтверджена ручним обчисленням згідно з алгоритмами методу.

Серед недоліків треба відмітити те, що в демонстраційних цілях уся інформація для роботи ПЗ вводиться вручну – це приводить до недостатчості інформації задля проведення найоптимальнішого розподілу.

Виходячи із опису розробленого програмного забезпечення, описів технічного забезпечення та специфікацій апаратних засобів, можна зробити висновок, що практичне використання отриманих наукових результатів є успішним, розроблене ПЗ дозволяє повністю використовувати алгоритми вдосконаленого методу розподілення робіт, результати розподілу, зображені на рисунку 4.7, повністю співпадають із результатами, приведеними в опису експерименту, що доводить коректну реалізацію програмного забезпечення.

Подальша розробка повноцінної версії програмного забезпечення або включення вдосконаленого методу розподілення робіт в математичне забезпечення вже існуючих інформаційних систем є перспективним.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання атестаційної роботи було проведено дослідження методів розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи.

У рамках атестаційної магістерської роботи була доведена актуальність дослідження, проаналізовані існуючі методи розподілення робіт, обґрунтована мета розробки вдосконаленого методу, яка розглядається в цієї роботі та сформовані критерії ефективності, поставлена задача дослідження.

На основі цих досліджень був розроблений вдосконалений метод розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи, а саме: описані етапи вдосконаленого методу, а також розроблений алгоритм реалізації вдосконаленого методу.

Було також проведено дослідження отриманих наукових результатів, а саме дослідження розробленого методу розподілення робіт, проаналізована його вірогідність, проведений експеримент із розподіленням робіт, та проаналізована область використання вдосконаленого методу.

Задля демонстрації вдосконаленого методу та його практичного використання було розроблене демонстраційне автоматизоване програмне забезпечення, яке автоматизує вдосконалений метод розподілення робіт.

У майбутньому планується продовження досліджень на тему розподілу робіт, а саме способів самовдосконалення методу, отриманого у результаті досліджень. За результатами можна зробити висновок що поставлена задача була успішно виконана, методи розподілу робіт при проектуванні інформаційної системи були досліджені та вдосконалений метод був створений.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 3008-2016. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. - К., 2016. - 37 с.
2. Методичні вказівки щодо розробки та оформлення магістерської атестаційної роботи за спеціальністю 122 – „Комп'ютерні науки” програма «Інформаційні управляючі Методичні вказівки щодо розробки та оформлення магістерської атестаційної роботи за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки (освітня програма «Інформаційні управляючі системи та технології» освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» / Упоряд.: Петров К.Е., Левикін В.М., Чалий С.Ф., Євланов М.В., Саєнко В.І., Міхнов Д.К., Міхнова А.В., Чала О.В. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 24 с.
3. Том Демарко, Тимоти Листер. Человеческий фактор: успешные проекты и команды. Москва :Символ, 2009. ISBN—13:978—5—93286—061—8.
4. Construction Project Management System (CPMS): An Ontological Framework. Arkaigud Ramaprasad, Nagesh Rammurthy, A. N. Prakash. Pune, India : б.н., 2011.
5. Rethinking Project Management: Researching the actuality of projects. Svetlana Cicmil, Terry Williams, Janice Thomas, Damian Hodgson. : — International Journal of Project Management 24 (2006) 6757686. 2006. ISSN: 0263—7863.
6. К.Н., Ефимкин. Эвристический алгоритм распределения заданий. Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2009 год.
7. О некоторых подходах при разработке оперативных способов контроля и прогнозирования выполнения планового задания на производстве / В.М.

- Левыкин, В.В. Свиридов, О.К. Илюнин, А.П. Кондратьев // Автоматизир. системы управл. и приборы автоматики.- 1974.- Вып.32.- С.44-45.
8. Левыкин В.М., Неофитная Т.М. Формализованное описание онтологии и концептуальной модели предметной области // Междунар. науч. конф. „Теория и техника передачи, приема и обработки информации” : Тез. докл.- Х., 2003.- С.- 383-384.
 9. Левыкин В. М., Филатов В. А., Черненко Н. В. Метод синтеза единой структурной составляющей реляционной модели данных // Управляющие системы и машины. – 2011. – № 6. – С. 10-13.
 10. Сравнение популярных реляционных БД [Электронный ресурс] // : [сайт]. Москва, 2016. URL: <https://tproger.ru/translations/sqlite-mysql-postgresql-comparison/> (дата звернения 25.09.2019)
 11. Мартишин, С. А. Базы данных. Практическое примечание СУБД SQL и NoSQL. Учебное пособие / С.А. Мартишин, В.Л. Симонов, М.В. Храпченко. - М.: Форум, Инфра-М, 2016. - 368 с.
 12. Илюшечкин, В. М. Основы использования и проектирования баз данных. Учебник / В.М. Илюшечкин. - М.: Юрайт, 2015. - 214 с.
 13. Кантелон, М. Node.js в действии / М. Кантелон. - М.: Питер, 2015. - 810 с.
 14. Дронов, Владимир HTML 5, CSS 3 и Web 2.0. Разработка современных Web-сайтов / Владимир Дронов. - М.: БХВ-Петербург, 2015. - 416 с.
 15. Хэррон, Дэвид Node.js Разработка серверных веб-приложений на JavaScript / Дэвид Хэррон. - М.: ДМК Пресс, 2014. - 144 с.
 16. Колисниченко, Д.Н. Linux. Полное руководство / Д.Н. Колисниченко, Аллен, Питер В.. - М.: СПб: Наука и Техника, 2007. - 784 с.
 17. Аппаратное обеспечение вычислительных систем. - М.: Маркет ДС, 2016. - 184 с.
 18. Таненбаум, Э.С. Компьютерные сети / Э.С. Таненбаум. - М.: Питер, 2017. - 608 с.